



## ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

### Σχολή Γεωπονικών Επιστημών

#### Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος

#### Εργαστήριο Ζιζανιολογίας

### ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**Θέμα:** Επίδραση του χρόνου σποράς στην αποτελεσματικότητα τριών μεταφυτρωτικών ζιζανιοκτόνων (pyroxsulam, florasulam+clopyralid, bromoxynil+2,4-D) και την απόδοση του σκληρού σιταριού (*Triticum durum* Desf.)

**Αθανάσιος Άγγου**



**Επιβλέπων Καθηγητής:** Καρκάνης Ανέστης, Επίκουρος Καθηγητής

**Βόλος, 2021**

## **Πτυχιακή Εργασία**

**Θέμα:** Επίδραση του χρόνου σποράς στην αποτελεσματικότητα τριών μεταφυτρωτικών ζιζανιοκτόνων (pyroxsulam, florasulam+clopyralid, bromoxynil+2,4-D) και την απόδοση του σκληρού σιταριού (*Triticum durum* Desf.)

**Αθανάσιος Άγγου**

### **Τριμελής Συμβουλευτική-Εξεταστική Επιτροπή**

- Ανέστης Καρκάνης, Επίκουρος Καθηγητής (Επιβλέπων)
- Νικόλαος Δαναλάτος, Καθηγητής (Μέλος)
- Ευάγγελος Βέλλιος, Επίκουρος Καθηγητής (Μέλος)

**Βόλος, 2021**

### **Ευχαριστίες**

Αρχικά, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Επίκουρο Καθηγητή κ. Ανέστη Καρκάνη για την ανάθεση της παρούσας πτυχιακής εργασίας, την συνεχή καθοδήγηση του, τόσο κατά τη διεξαγωγή του πειραματικού μέρους, όσο και κατά τη συγγραφή της πτυχιακής εργασίας, καθώς και για τις πολύτιμες συμβουλές του γενικότερα. Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Καθηγητή κ. Νικόλαο Δαναλάτο και τον Επίκουρο Καθηγητή κ. Ευάγγελο Βέλλιο για τον χρόνο που διέθεσαν για τη μελέτη και διόρθωση της πτυχιακής εργασίας μου.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια μου για τη στήριξη τους καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μου.

## Περιεχόμενα

<b>Περίληψη</b> .....	5
<b>Κεφάλαιο 1<sup>ο</sup> : Εισαγωγή</b> .....	6
1.1 Γενικά για το σιτάρι.....	6
1.2 Καλλιεργητική τεχνική σιταριού.....	7
1.3 Είδη ζιζανίων στην περιοχή του Βελεστίνου.....	8
1.4 Καταπολέμηση ζιζανίων στα χειμερινά σιτηρά.....	14
1.5 Χημική καταπολέμηση ζιζανίων στα χειμερινά σιτηρά.....	18
<b>Κεφάλαιο 2<sup>ο</sup> : Υλικά και Μέθοδοι</b> .....	23
2.1 Πειραματικός αγρός.....	23
2.2 Πειραματική διαδικασία.....	25
2.3 Μετρήσεις.....	28
2.4 Μετεωρολογικά δεδομένα.....	28
2.5 Στατιστική επεξεργασία δεδομένων.....	29
<b>Κεφάλαιο 3<sup>ο</sup> : Αποτελέσματα</b> .....	30
3.1 Ύψος φυτών σκληρού σιταριού.....	30
3.2 Αριθμός αδελφιών ανά φυτό σκληρού σιταριού.....	32
3.3 Σχετική συγκέντρωση χλωροφύλλης σκληρού σιταριού.....	34
3.4 Νωπό βάρος σκληρού σιταριού.....	36
3.5 Ξηρό βάρος σκληρού σιταριού.....	38
3.6 Μήκος στάχewς σκληρού σιταριού.....	40
3.7 Βάρος 1000 σπόρων και απόδοση σε σπόρο.....	41
3.8 Συνολικός αριθμός ζιζανίων.....	43
3.9 Συνολικό νωπό βάρος ζιζανίων.....	44
3.10 Συνολικό ξηρό βάρος ζιζανίων.....	45
3.11 Ξηρό βάρος φυτών γρούβας.....	46
3.12 Ξηρό βάρος φυτών γαϊδουράγκαθου.....	47
<b>Κεφάλαιο 4<sup>ο</sup> : Συζήτηση</b> .....	49
4.1 Επίδραση του χρόνου σποράς στην πυκνότητα και την ανάπτυξη των ζιζανίων στην καλλιέργεια σκληρού σιταριού.....	49
4.2 Επίδραση του χρόνου σποράς στο ποσοστό αποτελεσματικότητας των ζιζανιοκτόνων.....	49
4.3 Επίδραση του χρόνου σποράς και των ζιζανιοκτόνων στην απόδοση του σκληρού σιταριού.....	50
4.4 Κύρια συμπεράσματα.....	52
<b>Βιβλιογραφία</b> .....	53
<b>Παράρτημα</b> .....	65

## Περίληψη

Σκοπός της συγκεκριμένης πτυχιακής εργασίας ήταν η διερεύνηση της επίδρασης του χρόνου σποράς στην αποτελεσματικότητα διαφόρων μεταφυτρωτικών ζιζανιοκτόνων καθώς και στην απόδοση του σκληρού σιταριού. Το πείραμα έλαβε χώρα σε αγροτεμάχιο του Τμήματος στο Βελεστίνο και πραγματοποιήθηκαν σπορές σε δύο διαφορετικές χρονικές περιόδους, στις 7 Νοεμβρίου και 19 Νοεμβρίου 2019. Η εφαρμογή των ζιζανιοκτόνων έγινε στις 3 Μαρτίου 2020 στο στάδιο του 1<sup>ου</sup> κόμβου.

Στο πείραμα εφαρμόστηκε το σχέδιο των υποδιαιρεμένων τεμαχίων με 3 επαναλήψεις και 2 παράγοντες. Ο πρώτος παράγοντας ήταν ο χρόνος σποράς (πρώιμη και όψιμη σπορά) και ο δεύτερος ήταν οι μεταχειρίσεις με τα ζιζανιοκτόνα (bromoxynil+2,4-D, florasulam+clopyralid, pyroxsulam και απέκαστος μάρτυρας). Πραγματοποιήθηκαν διάφορες μετρήσεις παραμέτρων τόσο του σκληρού σιταριού (πχ. ύψος φυτών, αριθμός αδελφιών/φυτό, ξηρό βάρος και σχετική συγκέντρωση χλωροφύλλης) όσο και των ζιζανίων (πχ. πυκνότητα ζιζανίων και ξηρό βάρος).

Τα δεδομένα των μετρήσεων φανέρωσαν ότι ο χρόνος σποράς επηρέασε σημαντικά την πυκνότητα και τη βιομάζα των ζιζανίων, με τις μεγαλύτερες τιμές τους να καταγράφονται στην πρώιμη σπορά. Τα πιο αποτελεσματικά ζιζανιοκτόνα ήταν το bromoxynil+2,4-D και το florasulam+clopyralid, ενώ το λιγότερο αποτελεσματικό ήταν το pyroxsulam. Ειδικότερα, η αποτελεσματικότητα του pyroxsulam και του florasulam+clopyralid ήταν μεγαλύτερη στην όψιμη σπορά. Τέλος, σχετικά με την παραγωγικότητα της καλλιέργειας, η μεγαλύτερη απόδοση σε σπόρο σημειώθηκε στο μεταφυτρωτικό ζιζανιοκτόνο bromoxynil+2,4-D.

## Κεφάλαιο 1<sup>ο</sup>: Εισαγωγή

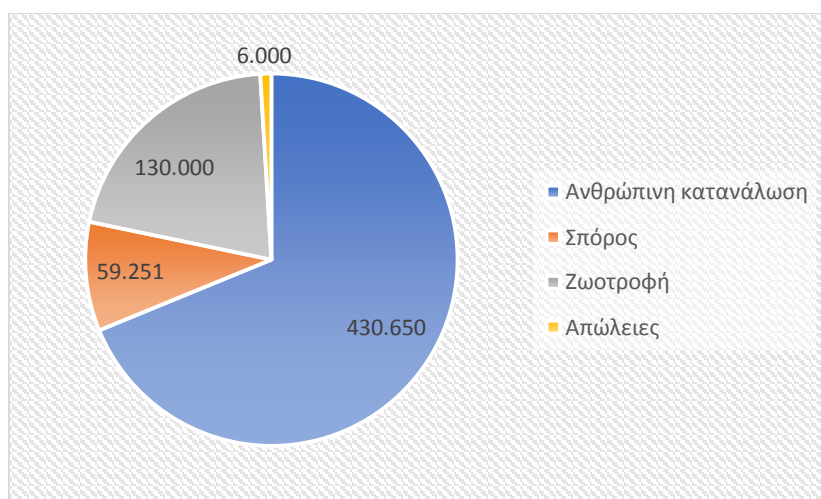
### 1.1 Γενικά για το σιτάρι

Το σιτάρι είναι μονοκοτυλήδονο φυτό της οικογένειας Poaceae. Ανήκει στο γένος *Triticum*, το οποίο αποτελείται από πολλά είδη αλλά μόνο πέντε από αυτά καλλιεργούνται παγκοσμίως, εκ των οποίων δύο μόνο καλλιεργούνται σε σημαντικές εκτάσεις στη χώρα μας, το *Triticum aestivum* L. subsp. *aestivum* (μαλακό σιτάρι) και το *Triticum durum* Desf. (σκληρό σιτάρι) (Παπακώστα-Τασοπούλου 2012). Το τελευταίο, παράγεται κυρίως στη Μεσόγειο, στη Βόρεια Αμερική και στη Μέση Ανατολή, όμως η τάση που επικρατεί για μια βιώσιμη ανάπτυξη καθώς και η υπερθέρμανση του πλανήτη, θα μειώσει την παραγωγή του στο εγγύς μέλλον (De Vita and Taranto 2019, Zampieri et al. 2020). Η έκταση σίτου, που καλλιεργήθηκε παγκοσμίως, για το έτος 2018 ανέρχεται στα 214.291.888 ha, ενώ η συνολική παραγωγή στους 734.045.174 τόνους (FAO 2018). Στη χώρα, μας η συνολική έκταση σκληρού σιταριού για το ίδιο έτος ήταν 2.948.495 στρέμματα, ενώ η παραγωγή έφτασε τους 767.956 τόνους (Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων, 2018).

**Πίνακας 1.** Έκταση (στρ.) και παραγωγή σπόρου (τόνοι) σκληρού σίτου ανά περιφέρεια στην Ελλάδα για το έτος 2018 (Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων, 2018α).

ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ	ΕΚΤΑΣΗ (στρέμματα)	ΠΑΡΑΓΩΓΗ (τόνοι)
Ανατολική Μακεδονία και Θράκη	343.646	72.612
Κεντρική Μακεδονία	968.663	275.229
Δυτική Μακεδονία	295.421	49.829
Ήπειρος	717	130
Θεσσαλία	836.508	278.428
Ιόνια Νησιά	1.261	407
Δυτική Ελλάδα	2.866	360
Στερεά Ελλάδα	446.731	142.181
Πελοπόννησος	29.937	6.728
Βόρειο Αιγαίο	7.574	728
Νότιο Αιγαίο	14.354	720
Κρήτη	863	455
Σύνολο	2.948.495	767.956

Τα κύρια προϊόντα που λαμβάνουμε από το σκληρό σιτάρι είναι το σιμιγδάλι, που προορίζεται για ανθρώπινη κατανάλωση, και η ζωοτροφή, από χαμηλής ποιότητας σπόρο. Επίσης, κάποια ποσότητα σκληρού σιταριού που παράγεται, χρησιμοποιείται αυτούσια ως σπόρος (Παπακώστα-Τασοπούλου 2012, Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων 2018β).



**Διάγραμμα 1.** Παραγωγή (ton) σκληρού σιταριού ανά κατηγορία χρήσης καθώς και οι απώλειες για το έτος 2018 (Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων 2018β).

## 1.2 Καλλιεργητική τεχνική σιταριού

Η σπορά του συγκεκριμένου είδους στην Ελλάδα συνήθως γίνεται τον μήνα Νοέμβριο. Συνήθως, χρησιμοποιείται σπαρτική μηχανή και πραγματοποιείται σε αποστάσεις 15-20 cm. μεταξύ των γραμμών, ενώ η σπορά στα πεταχτά δεν χρησιμοποιείται ευρέως (Παπακώστα-Τασοπούλου 2012). Εκτός, όμως από τις προηγούμενες μεθόδους σποράς, οι Makwana και Tank (2008) διαπίστωσαν ότι σταυρωτή σπορά σε αποστάσεις 22,5 cm. μεταξύ των γραμμών, οδήγησε σε μεγαλύτερη απόδοση σε σπόρο σε σχέση με γραμμική σπορά στην ίδια απόσταση. Όσον αφορά την επίδραση της ποσότητας του σπόρου στην απόδοση σε σπόρο, τα αποτελέσματα διαφέρουν σημαντικά. Με την αύξηση της ποσότητας του σπόρου σκληρού σιταριού (*Triticum durum*), από 350 σε 550 σπόρους/m<sup>2</sup>, δεν επηρεάστηκε η απόδοση της καλλιέργειας (Budzyński et al. 2018). Αύξηση της ποσότητας σποράς δεν οδήγησε σε σημαντικές διαφορές και στην περιεκτικότητα των σπόρων σε πρωτεΐνη, όπως αναφέρουν οι Kiliç και Gürsoy (2010) σε πείραμα τους. Από την άλλη, σπορά με

400 αντί για 200 σπόρους/m<sup>2</sup>, οδήγησε σε αυξημένη απόδοση στην καλλιέργεια, κυρίως λόγω της αύξησης του αριθμού των στάχων/m<sup>2</sup> και δευτερευόντως, της αύξησης του βάρους των σπόρων, όπως αναφέρουν οι Arduini et al. (2006). Στη χώρα μας, προτείνεται η εφαρμογή 14-20 kg σπόρου/στρέμμα (Παπακώστα-Τασοπούλου 2012).

Λίπανση στο χειμερινό σιτάρι πραγματοποιείται κυρίως για την κάλυψη των αναγκών των φυτών σε N και P. Η βασική λίπανση με σύνθετο ανόργανο λίπασμα γίνεται κατά τη σπορά με ενσωμάτωση, ενώ η επιφανειακή νωρίς την άνοιξη. Στην Ελλάδα, προτείνεται η εφαρμογή 10-15 kg N/στρέμμα (Παπακώστα-Τασοπούλου 2012). Ο P εφαρμόζεται μόνο όταν παρατηρηθεί έλλειψη, σε ποσότητες μέχρι 6 kg/στρέμμα, ενώ στοιχεία όπως το S, μπορεί να αυξήσει το πρωτεϊνικό περιεχόμενο των σπόρων του σιταριού, μόνο όταν συνδυαστεί με υψηλές ποσότητες N, 80 και 100 kg/ha (Παπακώστα-Τασοπούλου 2012, Karamanos et al. 2013). Μια άλλη πρακτική που βελτιώνει την γονιμότητα του εδάφους είναι η διατήρηση των υπολειμμάτων μετά τη συγκομιδή, καθώς εκτός από την προστασία από διάβρωση, αυξάνεται και η οργανική ουσία του (Bahri et al. 2019). Επιπλέον, η αμειψισπορά με ψυχανθή οδηγεί σε αύξηση της ποσότητας του εδαφικού αζώτου. Σε αμειψισπορά σκληρού σιταριού (*Triticum turgidum* L. var. *durum*) με κουκί (*Vicia faba* L.), κοινό βίκο (*Vicia sativa* L.) και ρεβίθι (*Cicer arietinum* L.), μεγαλύτερος εμπλουτισμός του εδάφους με N, βρέθηκε μετά την καλλιέργεια κοινού βίκου (*Vicia sativa* L.), πράγμα που δείχνει ότι το είδος του ψυχανθούς στο σύστημα αμειψισποράς επηρεάζει διαφορετικά τη γονιμότητα του εδάφους (Dalias 2015).

Στην Ελλάδα, οι καλλιέργειες χειμερινών σιτηρών είναι ξηρικές (Παπακώστα-Τασοπούλου 2012). Όμως, η συμπληρωματική άρδευση προσδίδει πολλαπλά οφέλη στην καλλιέργεια. Το νερό συνδράμει στην απορρόφηση του N από τα φυτά, ενώ αυξάνεται και ο αριθμός των παραγόμενων σπόρων/m<sup>2</sup> καθώς και το βάρος τους (Karam et al. 2009, Albrizio et al. 2010). Τέλος, η συγκομιδή της καλλιέργειας γίνεται με θεριζοαλωνιστικές μηχανές τους μήνες Ιούνιο και Ιούλιο, όταν η υγρασία των σπόρων είναι κάτω από 14% (Παπακώστα-Τασοπούλου 2012).

### 1.3. Είδη ζιζανίων στην περιοχή του Βελεστίνου

Ορισμένα είδη πλατύφυλλων ζιζανίων που συναντάμε σε καλλιέργειες σκληρού σιταριού στην περιοχή του Βελεστίνου παρατίθενται στον παρακάτω πίνακα:



**Πίνακας 2.** Είδη πλατύφυλλων ζιζανίων που συναντάμε σε καλλιέργειες σκληρού σιταριού στη περιοχή του Βελεστίνου (επιστημονική και κοινή ονομασία).

Λατινική ονομασία	Κοινή ονομασία
<i>Anagallis arvensis</i>	αναγαλλίδα
<i>Anthemis arvensis</i>	ανθεμίδα
<i>Fumaria officinalis</i>	καπνόχορτο
<i>Lamium amplexicaule</i>	δωδεκάνθι
<i>Papaver rhoeas</i>	παπαρούνα
<i>Polygonum aviculare</i>	πολυκόμπι
<i>Scandix pecten-veneris</i>	μυρώνι
<i>Silybum marianum</i>	γαϊδουράγκαθο
<i>Sinapis arvensis</i>	σινάπι άγριο
<i>Stellaria media</i>	στελλάρια
<i>Veronica persica</i>	γαλαζάκι

✓ *Anagallis arvensis* (αναγαλλίδα)

Η αναγαλλίδα κατατάσσεται στην οικογένεια Primulaceae και είναι ετήσιο χειμερινό ζιζάνιο σε καλλιέργειες χειμερινών σιτηρών, κυρίως σε εύκρατες περιοχές (Ελευθεροχωρινός και Γιαννοπολίτης 2009, Brulfert et al. 2018). Ο βλαστός του φυτού έχει ύψος 10-30 cm, έχει έρπουσα μορφή και διακλαδίζεται, ενώ τα φύλλα της είναι ωοειδή ή καρδιόσχημα και αντίθετα κατά ζεύγη ανά κόμβο. Τα άνθη της είναι ερυθρόχρωα ή μπλε και βρίσκονται αντίθετα στις μασχάλες των φύλλων (Ελευθεροχωρινός και Γιαννοπολίτης 2009). Η βλαστικότητα των σπόρων του ζιζανίου επηρεάζεται αρνητικά από την έλλειψη οξυγόνου, ο λήθαργος τους διακόπτεται σε χαμηλή θερμοκρασία, ενώ οι σπόροι φυτρώνουν τους φθινοπωρινούς-χειμερινούς μήνες (Kruk και Arnold 2000, Ελευθεροχωρινός και Γιαννοπολίτης 2009, Yasin και Andreasen 2010). Τέλος, η αναγαλλίδα παρουσιάζει αλληλοπάθεια εναντίον διάφορων καλλιεργούμενων ειδών, μεταξύ των οποίων είναι και το σιτάρι (Rebaz et al. 2001).

✓ *Anthemis arvensis* (ανθεμίδα)

Η ανθεμίδα κατατάσσεται στην οικογένεια Asteraceae και είναι ετήσιο χειμερινό ζιζάνιο που συναντάται κυρίως στα χειμερινά σιτηρά και σε ακαλλιέργητες εκτάσεις

και βλαστάνει κυρίως μετά τις πρώτες φθινοπωρινές βροχές (Ελευθεροχωρινός και Γιαννοπολίτης 2009, Carpio et al. 2020). Το ζιζάνιο αυτό δεν προτιμά συμπιεσμένα εδάφη, καθώς η βλάστηση του μειώνεται σε συνθήκες έλλειψης οξυγόνου, ενώ αντίθετα ευδοκιμεί σε συστήματα μειωμένης κατεργασίας εδάφους (Dorado και López-Fando 2006, Yasin και Andreassen 2019). Έχει φύλλα φαρδιά, ακανόνιστα, διπλά πτεροσχιδή και έλλοβα που καταλήγουν σε αγκάθι. Ο βλαστός του ζιζανίου είναι χνοώδης και έχει ύψος 20-50 cm, έχει όρθια ή έρπουσα έκφυση και διακλαδίζεται. Τα άνθη του συγκεκριμένου είδους είναι διατεταγμένα σε κεφάλια και τα περιφερειακά ανθίδια της είναι λευκά και γλωσσοειδή (Ελευθεροχωρινός και Γιαννοπολίτης 2009). Τέλος, το είδος αυτό έχει μεγάλο δυναμικό παραγωγής σπόρων αφού ένα φυτό μπορεί να παράγει 2000-4000 σπόρους (Carpio et al. 2020).

✓ *Fumaria officinalis* (καπνόχορτο)

Το καπνόχορτο ανήκει στην οικογένεια Fumariaceae, είναι ετήσιο χειμερινό ζιζάνιο ενώ θεωρείται και φαρμακευτικό φυτό (Ελευθεροχωρινός και Γιαννοπολίτης 2009, Zhang et al. 2020). Οι κοτυληδόνες του είναι έμμισχες, επιμήκεις, λογχοειδείς ή γραμμοειδείς και τα πρώτα του φύλλα είναι απλά ή διπλά πτεροσχιδή, ενώ τα επόμενα είναι διπλά ή τριπλά πτεροσχιδή. Ο βλαστός του έχει χρώμα σταχτοπράσινο, καθώς καλύπτεται από κηρώδες επίχρισμα, έχει ύψος 15-40 cm, έχει όρθια ή έρπουσα έκφυση και διακλαδίζεται. Επίσης, τα άνθη είναι πορφυρά και ροδόχροα και φύονται σε ταξιανθία βότρυς (Ελευθεροχωρινός και Γιαννοπολίτης 2009). Η βλάστηση των σπόρων του ζιζανίου ευνοείται σε κατεργασμένα εδάφη (Pollard και Cussans 1981, Vanhala και Pietola 2003). Στο ίδιο μήκος κύματος, οι Fracchiolla et al. (2018) διαπίστωσαν ότι η ποσότητα των σπόρων του ζιζανίου στο έδαφος ήταν μεγαλύτερη σε συστήματα συμβατικής και μειωμένης κατεργασίας εδάφους.

✓ *Lamium amplexicaule* (δωδεκάνθι)

Το δωδεκάνθι ανήκει στην οικογένεια Lamiaceae και είναι ετήσιο χειμερινό ζιζάνιο σε δενδρώδεις καλλιέργειες και αμπελώνες, αλλά και σε χειμερινά σιτηρά και ακαλλιέργητες εκτάσεις (Ελευθεροχωρινός και Γιαννοπολίτης 2009). Αν και χειμερινό ζιζάνιο, μπορεί να βλαστήσει και την άνοιξη όπως αναφέρουν οι Jursík και Holec (2005). Οι κοτυληδόνες του ζιζανίου είναι στρόγγυλες με καρδιόσχημη βάση και τα φύλλα του είναι τριγωνικά, ωοειδή ή καρδιόσχημα, καλύπτονται με τρίχες και

εναλλάσσονται (Ελευθεροχωρινός και Γιαννοπολίτης 2009, Atalay et al. 2016). Τα κατώτερα φύλλα στο βλαστό έχουν μίσχο, ενώ τα ανώτερα δεν έχουν μίσχο και περιβάλλουν το βλαστό. Ο τελευταίος είναι τετράπλευρος, όρθιας έκφυσης και έχει ύψος 5-30 cm. Τα άνθη φέρονται κατά μασχαλιαίους σπονδύλους και είναι ρόδινα (Ελευθεροχωρινός και Γιαννοπολίτης 2009). Τέλος, το δωδεκάνθι έχει την ικανότητα να παράγει μέχρι και 40.000 σπόρους ανά m<sup>2</sup> (Hill et al. 2014).

✓ *Papaver rhoeas*(παπαρούνα)

Η παπαρούνα κατατάσσεται στην οικογένεια Papaveraceae και είναι ετήσιο χειμερινό ζιζάνιο το οποίο εμφανίζεται σε μεγάλη πυκνότητα σε καλλιέργειες χειμερινών σιτηρών σε όλη τη Ελλάδα και σε άλλες χώρες της Ευρώπης (Ελευθεροχωρινός και Γιαννοπολίτης 2009, Torra et al. 2011, Adamczewski et al. 2014). Το συγκεκριμένο είδος προτιμά αλκαλικά, πηλώδη και υγρά εδάφη, ενώ η ανάπτυξη της είναι περιορισμένη σε αλατούχα εδάφη (Cirujeda et al. 2008, Golmohammadzadeh et al. 2020). Ο βλαστός της παπαρούνας έχει ύψος 30-60 cm, είναι κυλινδρικός με τρίχες, ενώ τα πρώτα φύλλα της, τα οποία κι αυτά φέρουν λίγες αραιές τρίχες, έχουν μίσχο κι ελλειψοειδές-λογχοειδές σχήμα (Ελευθεροχωρινός και Γιαννοπολίτης 2009, Al-Mousawi et al. 2019). Τα επόμενα φύλλα είναι έμμισχα και σχισμένα και σχηματίζουν ροζέτα (Ελευθεροχωρινός και Γιαννοπολίτης 2009). Σε δύο πληθυσμούς παπαρούνας η ροζέτα σχηματίστηκε μετά από 30 μέρες από τη βλάστηση του σπόρου (Subramaniam et al. 2020). Τα άνθη της φέρονται σε ποδίσκους και τα πέταλα της είναι κόκκινα με μια κηλίδα στη βάση (Ελευθεροχωρινός και Γιαννοπολίτης 2009). Τέλος, όσον αφορά τον λήθαργο των σπόρων του ζιζανίου, αυτός αίρεται σε συνθήκες υγρασίας, φωτός και θερμοκρασίας 15-25 °C (Baskin et al. 2002, Golmohammadzadeh et al. 2020).

✓ *Polygonum aviculare* (πολυκόμπι)

Το πολυκόμπι ανήκει στην οικογένεια Polygonaceae και είναι ετήσιο θερινό ζιζάνιο που συναντάται στα χειμερινά σιτηρά, σε χορτοδοτικές καθώς και σε ανοιξιότικες καλλιέργειες (Ελευθεροχωρινός και Γιαννοπολίτης 2009). Οι σπόροι του ζιζανίου πολυκόμπι βλαστάνουν μέχρι τον Μάρτιο όπως αναφέρουν οι Baskin and Baskin (1990) σε πείραμα τους. Οι κοτυληδόνες του ζιζανίου είναι ροπαλοειδείς, επιμήκεις με μίσχο και στην κάτω επιφάνεια είναι ερυθρόχρωες. Τα φύλλα είναι

ωοειδή, ελλειψοειδή ή λογχοειδή, ενώ ο βλαστός παρουσιάζει όρθια ή έρπουσα έκφυση και διακλαδίζεται. Τα άνθη είναι μασχαλιαία ροδόχροα ή λευκά (Ελευθεροχωρινός και Γιαννοπολίτης 2009). Το ζιζάνιο αυτό προτιμά αργιλώδη εδάφη, ενώ παρεμποδίζεται η ανάπτυξη του σε αλατούχα, καθώς μειώνεται τόσο η βλαστικότητα του, όσο και η παραγωγή βιομάζας του (Foderaro και Ungar 1997, Khan και Ungar 1998, Jursík και Holec 2008). Τέλος η βλάστηση των σπόρων του ευνοείται από το φως, ενώ η βλαστικότητα του αναστέλλεται σε θερμοκρασία ημέρας 35 °C (Baskin and Baskin 1990).

✓ *Scandix pecten-veneris* (μυρώνι)

Το μυρώνι ανήκει στην οικογένεια Apiaceae και είναι ετήσιο χειμερινό ζιζάνιο, που κατάγεται από της περιοχή της Μεσογείου και εμφανίζεται τόσο σε ακαλλιέργητες εκτάσεις όσο και σε καλλιεργούμενες εκτάσεις, όπως αυτές των κηπευτικών και των χειμερινών σιτηρών (Ελευθεροχωρινός και Γιαννοπολίτης 2009, Liopa-Tsakalidi 2014). Χαρακτηριστικό του γνώρισμα αποτελούν οι κοτυληδόνες του οι οποίες έχουν μεγάλο μήκος και είναι βελονοειδείς (shepherd's needle) (Ελευθεροχωρινός και Γιαννοπολίτης 2009). Ο βλαστός είναι όρθιος και διακλαδιζόμενος ύψους 20-30 cm, ενώ τα φύλλα του είναι σύνθετα-πτεροσχιδή και μυτερά (Ελευθεροχωρινός και Γιαννοπολίτης 2009). Το συγκεκριμένο ζιζάνιο καλλιεργείται ως λαχανεύόμενο είδος (το εδώδιμο μέρος είναι τα φύλλα), ενώ παράλληλα έχει και ιατρική χρήση (Liopa-Tsakalidi 2014, Wahab et al. 2018). Η άνθηση του γίνεται νωρίς την άνοιξη με τα άνθη του να είναι μικρά με λευκά πέταλα διαφόρων σχημάτων (Ελευθεροχωρινός και Γιαννοπολίτης 2009, De Leon et al. 2014). Τέλος, αξίζει να αναφερθεί ότι δεν έχει ιδιαίτερη προτίμηση σε κάποιο συγκεκριμένο τύπο εδάφους, καθώς εμφανίζεται σε αμμώδη, πηλώδη αλλά και σε αργιλώδη εδάφη (Liopa-Tsakalidi 2014).

✓ *Silybum marianum* (γαιδουράγκαθο)

Το γαιδουράγκαθο κατατάσσεται στην οικογένεια Asteraceae και είναι ένα σημαντικό φαρμακευτικό φυτό, αλλά αποτελεί κοινό ζιζάνιο είτε σε καλλιεργούμενες εκτάσεις είτε σε βοσκοτόπους (Ελευθεροχωρινός και Γιαννοπολίτης 2009, Khan et al. 2009, Martinelli et al. 2015). Είναι ετήσιο ή διετές ζιζάνιο και εμφανίζεται με μικρότερη συχνότητα σε καλλιέργειες χειμερινών σιτηρών. Ευδοκίμει σε μεγάλο εύρος εδαφών από ελαφριά έως βαριά εδάφη κι έχει ιδιαίτερη προτίμηση στην υψηλή

υγρασία (Ελευθεροχωρινός και Γιαννοπολίτης 2009, Khan et al. 2009, Karkanis et al. 2011). Τα πρώτα φύλλα του φυτού είναι ελλειψοειδή με λευκές αποχρώσεις, σχηματίζουν ροζέτα και τα επόμενα φύλλα έχουν βαθύτερους λοβούς με αγκάθια στην περιφέρεια (Martinelli et al. 2015). Ο βλαστός είναι ύψους 20-150 cm, όρθιας έκφυσης και κυλινδρικού σχήματος, ενώ οι κεφαλές των ανθέων του είναι μωβ και περιβάλλονται από βράκτια φύλλα που καταλήγουν σε αγκάθι (Ελευθεροχωρινός και Γιαννοπολίτης 2009, Martinelli et al. 2015). Όσον αφορά τους σπόρους του, βρέθηκε ότι η ανοχή στην αλατότητα για τη βλάστηση τους, εξαρτάται από το ενδιαίτημα στο οποίο αναπτύσσονται (Hammami et al. 2020). Σε πείραμα των Kashmir et al. (2016) αναφέρεται επίσης ότι θερμοκρασία 25 °C είναι ιδανική για την βλάστηση των σπόρων, σε αντίθεση με θερμοκρασίες 15 °C και 40 °C.

✓ *Sinapis arvensis* (άγριο σινάπι)

Το άγριο σινάπι ανήκει στην οικογένεια Brassicaceae και συναντάται σε καλλιέργειες χειμερινών σιτηρών, σε δασικές εκτάσεις και σε οπωρώνες (Ελευθεροχωρινός και Γιαννοπολίτης 2009, Paula Filho et al. 2018). Μάλιστα, είναι είδος εξαιρετικά ανταγωνιστικό με τα χειμερινά σιτηρά, ιδιαίτερα έναντι των θρεπτικών συστατικών, ενώ έχει εμφανιστεί και ανθεκτικότητα σε ζιζανιοκτόνα που παρεμποδίζουν το ένζυμο οξικογαλακτική συνθετάση(ALS), στη χώρα μας (Dikici και Dündar 2006, Ntoanidou et al. 2020). Οι κοτυληδόνες του ζιζανίου έχουν μίσχο, χαρακτηριστικό σχήμα (καρδιόσχημες), ενώ τα κατώτερα φύλλα έχουν επίσης μίσχο και παρουσιάζουν βαθιές εγκολπώσεις στην περιφέρεια. Τα φύλλα στο ανώτερο τμήμα του βλαστού είναι αδιαίρετα και φέρουν περιφερειακές οδοντώσεις και ο βλαστός, ύψους 30-100 cm, είναι όρθιας έκφυσης με τρίχες και σχηματίζει πλευρικούς βλαστούς. Τα άνθη του είναι κίτρινα και φύονται κατά βότρυς (Ελευθεροχωρινός και Γιαννοπολίτης 2009). Επιπλέον, όσον αφορά τη βλάστηση των σπόρων του ζιζανίου, αυτή παρεμποδίζεται παρουσία νιτρικών και ξηρασίας, ενώ η φυτρωτική ικανότητα του αυξάνεται όταν οι σπόροι βρίσκονται σε μικρό βάθος εδάφους (Wright et al. 1999, Luzuriaga et al. 2006, Soltani et al. 2016).

✓ *Stellaria media*(στελλάρια)

Η στέλλαρια ανήκει στην οικογένεια Caryophyllaceae και είναι ετήσιο χειμερινό ζιζάνιο που συναντάται στα χειμερινά σιτηρά καθώς και σε δεινδρώδεις και

λαχανοκομικές καλλιέργειες. Προτιμά γόνιμα και υγρά εδάφη, ελαφρά όξινα ως αλκαλικά. Οι κοτυληδόνες, τα κατώτερα και τα ανώτερα φύλλα της είναι ωοειδή και μυτερά, με τη διαφορά ότι τα φύλλα στη βάση των βλαστών είναι έμμισχα, ενώ τα ανώτερα άμισχα. Ο βλαστός της έχει ύψος 5-50 cm, χρώμα ανοικτό πράσινο και είναι κυλινδρικός και έρπουσας έκφυσης. Τα άνθη της, χρώματος λευκού, είναι μασχαλιαία ή βρίσκονται στην άκρη του βλαστού (Ελευθεροχωρινός και Γιαννοπολίτης 2009). Τέλος, η βλάστηση των σπόρων της ευνοείται από τη παρουσία οξυγόνου και φωτός και έχουν την ικανότητα να βλαστήσουν ακόμη και σε θερμοκρασία 5 °C (Arai et al. 1961, Tkachenko 2018)

✓ *Veronica persica* (γαλαζάκι)

Το γαλαζάκι ανήκει στην οικογένεια Plantaginaceae και είναι ετήσιο χειμερινό ζιζάνιο που συναντάται σε καλλιέργειες χειμερινών σιτηρών καθώς και σε κήπους (Ελευθεροχωρινός και Γιαννοπολίτης 2009). Προτιμά εδάφη γόνιμα, ιδιαίτερα πλούσια σε P, όμως μπορεί να προσαρμοστεί και σε πιο άγονα εδάφη (Yin et al. 2005, Yin et al. 2012). Έχει φύλλα έμμισχα, κυκλικά ή καρδιόσχημα, οδοντωτά στην περιφέρεια. Ο βλαστός του έχει ύψος 10-60 cm, είναι κυλινδρικός, όρθιος ή έρπων και καλύπτεται με τρίχες. Τα άνθη του φύονται στη βάση του μίσχου των φύλλων και είναι κυανού χρώματος (Ελευθεροχωρινός και Γιαννοπολίτης 2009). Σε πείραμα των Lutman et al. (2011) βρέθηκε ότι το ζιζάνιο αυτό μπορεί να παράγει μέχρι και 4100 σπόρους, αριθμός ο οποίος όμως μειώνεται περισσότερο από 70% όταν ανταγωνίζεται το χειμερινό σιτάρι. Τέλος, το γαλαζάκι εμφανίζει αλληλοπάθεια έναντι άλλων ζιζανίων (Li et al. 2019).

#### **1.4. Καταπολέμηση ζιζανίων στα χειμερινά σιτηρά**

Στην καλλιέργεια σιτηρών, το υψηλό κόστος παραγωγής και οι απώλειες στην απόδοση προέρχονται κυρίως από τα ζιζάνια (Karkanis et al. 2016). Η αύξηση του πληθυσμού των ζιζανίων που είναι ανθεκτικά στα ζιζανιοκτόνα σε συνδυασμό με την κλιματική αλλαγή, χρήζουν επιτακτική την ανάγκη εφαρμογής ενός συστήματος διαχείρισης ζιζανίων που θα αποσκοπεί στην αποτελεσματική καταπολέμηση τους, τώρα και μακροπρόθεσμα (Ελευθεροχωρινός 2014, Liu et al. 2019, Bajwa et al. 2020). Τα κύρια μέτρα που εφαρμόζονται από τους γεωργούς για την καταπολέμηση των

ζιζανίων είναι προληπτικά, καλλιεργητικά και χημικά και αναλύονται παρακάτω (Ελευθεροχωρινός 2014).

➤ **Προληπτικά μέτρα**

Τα μέτρα αυτά χρησιμοποιούνται κυρίως για τη μείωση της εμφάνισης των ζιζανίων (Ελευθεροχωρινός 2014). Αρχικά, η χρήση καθαρού πιστοποιημένου σπόρου απαλλαγμένου από σπόρους ζιζανίων όπως αυτούς της αγριοβρώμης είναι ένα σημαντικό μέτρο ιδιαίτερα στη βιολογική γεωργία (Ελευθεροχωρινός 2014, Dostatny et al. 2015, Karkanis et al. 2016). Επιπλέον, ο καθαρισμός των σπόρων των ζιζανίων με κατάλληλα κόσκινα εντός των θεριζοαλωνιστικών μπορεί να περιορίσει τη διασπορά των ζιζανίων από μια περιοχή σε μια άλλη (Ελευθεροχωρινός 2014, Aldoshin et al. 2019).

➤ **Καλλιεργητικά μέτρα**

**Αμειψισπορά:** Η αμειψισπορά θεωρείται ως ένα από τα σημαντικότερα καλλιεργητικά μέτρα διαχείρισης των ζιζανίων, ειδικότερα σε συστήματα μειωμένης κατεργασίας εδάφους (Ελευθεροχωρινός 2014, MacLaren et al. 2021). Κλειδί για την επιτυχία του συστήματος αμειψισποράς αποτελεί η ‘εναλλαγή καλλιεργειών με διαφορετικό βιολογικό κύκλο (χειμερινών/ανοιξιάτικων)’ (Ελευθεροχωρινός 2014). Ως επακόλουθο αυτού, εφαρμόζονται ζιζανιοκτόνα με διαφορετικό μηχανισμό δράσης που μειώνουν την ανθεκτικότητα των ζιζανίων καθώς και τη δημιουργία ανταγωνισμού μεταξύ των καλλιεργειών και των ζιζανίων για θρεπτικά στοιχεία (Liebman και Dyck 1993, Ελευθεροχωρινός 2014). Ένα τυπικό παράδειγμα διετούς συστήματος αμειψισποράς είναι η εναλλαγή σιτηρών με ψυχανθή όπως το κουκί και το μπιζέλι (Monotti και Stagnari 2008). Επιπλέον, η θετική επίδραση της αμειψισποράς εμφανίζεται στην ποικιλότητα των ειδών ζιζανίων καθώς και στην πυκνότητα τους στο χειμερινό σιτάρι (Nikolić et al. 2018). Σε έρευνα του Woźniak (2019) εντοπίστηκαν διαφορετικά είδη ζιζανίων σε σύστημα αμειψισποράς σε σχέση με μονοκαλλιέργεια σίτου, αλλά κανένα από τα 11 είδη ζιζανίων στο σύστημα αμειψισποράς δεν είχε πυκνότητα μεγαλύτερη από 3 φυτά/m<sup>2</sup>. Τέλος, ο αριθμός των ζιζανίων ήταν κατά 57,1% χαμηλότερος στο σύστημα αμειψισποράς σε σχέση με την μονοκαλλιέργεια.

**Αύξηση πυκνότητας σποράς:** Η αύξηση της πυκνότητας σποράς αποτελεί μια μέθοδο καταπολέμησης των ζιζανίων στα σιτηρά που εφαρμόζεται με επιτυχία στη βιολογική γεωργία (Rasmussen 2003). Μέσω αυτής της αύξησης, βελτιώνεται η ανταγωνιστικότητα των σιτηρών έναντι των ζιζανίων (van der Meulen et al. 2017). Αυτή επιτυγχάνεται, με τη μείωση τόσο του αριθμού των παραγόμενων σπόρων, όσο της βιομάζας του υπέργειου τμήματος (Blackshaw et al. 2000, Walsh 2019). Οι Blackshaw et al. (2020) σε πρόσφατη μελέτη αναφέρουν ότι η αύξηση της ποσότητας σπόρου σποράς από 50 σε 300 kg/ha, μείωσε την παραγωγή σπόρων κατά 79%, ενώ η αύξηση της πυκνότητας σποράς από 120 στα 400 φυτά/m<sup>2</sup> μείωσε τη βιομάζα της αγριοβρώμης (*Avena fatua*) και της ήρας (*Lolium rigidum*) κατά 48% και 61%, αντίστοιχα (Walsh 2019). Εντούτοις, αύξηση στη πυκνότητα σποράς δεν συνεπάγεται πάντοτε και αύξηση στην απόδοση της καλλιέργειας (Beres et al. 2010).

**Διαχωρισμός σπόρων ζιζανίων κατά τη συγκομιδή:** Ο έλεγχος σπόρων ζιζανίων κατά τη συγκομιδή αποτελεί μια καινοτόμο μέθοδο καταπολέμησης που χρησιμοποιείται για τη μείωση της εξάπλωσης ζιζανίων τα οποία είναι ανθεκτικά σε ζιζανιοκτόνα (Shergill et al. 2020, Soni et al. 2020). Εφαρμόζεται κυρίως για τη διαχείριση των αγρωστωδών ζιζανίων σε καλλιέργειες σιτηρών και βασίζεται στην υψηλή πυκνότητα των σπόρων τέτοιων ζιζανίων που υπάρχει κατά τη συγκομιδή (Walsh et al. 2017, Soniel et al. 2020). Οι μέθοδοι που εφαρμόζονται για τον έλεγχο των σπόρων είναι κυρίως ο διαχωρισμός τους και η καταστροφή τους. Με αυτή τη διαδικασία, μειώνεται ο αριθμός των σπόρων των ζιζανίων στο έδαφος (Shergill et al. 2020). Όπως αναφέρουν οι Beam et al. (2019) η πυκνότητα των σπόρων του ζιζανίου ήρα (*Lolium rigidum*) μειώθηκε κατά 67% σε σχέση με τη συμβατική συγκομιδή με αυτή τη μέθοδο. Σε αντίστοιχο πείραμα, οι πληθυσμοί της ήρας (*Lolium rigidum*) μειώθηκαν κατά 60% (Walsh et al. 2017). Πάντως, διαπιστώθηκε ότι το ποσοστό της αποτελεσματικότητας της μεθόδου εξαρτάται από την τοποθεσία ενδιαφέροντος (Walsh et al. 2017, Beam et al. 2019).

**Συγκαλλιέργεια σιτηρών με ψυχανθή:** Η συγκαλλιέργεια των σιτηρών με τα ψυχανθή αποτελεί ένα σημαντικό κομμάτι της βιολογικής γεωργίας (Karkanis et al. 2016). Πέρα από την αύξηση του εδαφικού αζώτου, τα ψυχανθή μπορούν να βοηθήσουν και στον έλεγχο των ζιζανίων (Vrignon-Brenas et al. 2015). Η



ανταγωνιστικότητα των καλλιεργειών αυτών μπορεί να επιτευχθεί με ποικίλους τρόπους. Για παράδειγμα, όπως αναφέρουν οι Arlauskienė et al. (2014) σε συγκαλλιέργεια σιτηρών με μπιζέλι (*Pisum sativum* L. (Partim)), όπου το μπιζέλι κατείχε ποσοστό 20,3-35,2% έναντι του συνολικού αριθμού των φυτών, το ύψος των φυτών των σιτηρών καθώς και ο αριθμός των στελεχών τους/m<sup>2</sup> μείωσε την πυκνότητα και τη ξηρή βιομάζα των ζιζανίων. Σε ένα άλλο πείραμα, σε σύστημα συγκαλλιέργειας σιταριού με κουκί (*Vicia faba* L.), τα καλλιεργούμενα φυτά κατάφεραν να εκμεταλλευτούν καλύτερα τους διαθέσιμους πόρους για νερό, φως και θρεπτικά έναντι των ζιζανίων (Eskandari 2011). Τέλος, αξίζει να σημειωθεί ότι εκτός από τον ανταγωνισμό με τα ζιζάνια μπορεί να επιτευχθεί και αύξηση στην απόδοση με συστήματα συγκαλλιέργειας όπως αυτό του σιταριού, ελαιοκράμβης (*Brassica napus* L.) και μπιζελλίου (*Pisum sativum*) (Szumigalski και Acker 2005).

**Χρόνος σποράς:** Ο καθορισμός του χρόνου σποράς αποτελεί μια πρακτική για τον έλεγχο των ζιζανίων στη βιολογική γεωργία (Karkanis et al. 2016). Αν και η σπορά εξαρτάται από την βροχερή περίοδο κατά τους φθινοπωρινούς μήνες, εντούτοις φαίνεται ότι επηρεάζει σημαντικά τα ζιζάνια (Photiades και Hadjichristodoulou 1984). Στο Πακιστάν, το 2010, σπορά στις 15 Δεκεμβρίου οδήγησε σε μείωση στην πυκνότητα και τη βιομάζα της λουβουδιάς (*Chenopodium album*), καθώς οι βέλτιστες συνθήκες για τη βλάστηση της ήταν ιδανικές ακριβώς ένα μήνα πριν (Farooq και Cheema 2014). Στην Ινδία, το 2019, η ανάπτυξη της μικρόκαρπης φάλαρης (*Phalaris minor*) ήταν μεγαλύτερη στη πρώιμη σπορά στις 25 Νοεμβρίου σε σχέση με αυτήν της όψιμης σποράς στις 10 Δεκεμβρίου (Singh et al. 2019). Στην ίδια χώρα, η πρώιμη σπορά στις 15 Νοεμβρίου έδειξε μια μείωση στην πυκνότητα και το ξηρό βάρος των ζιζανίων σε σχέση με τη σπορά στις 25 Δεκεμβρίου (Sharma et al. 2020). Εκτός όμως από την ανάπτυξη, την πυκνότητα και τη βιομάζα των ζιζανίων φαίνεται ότι ο χρόνος σποράς μεταβάλλει και την ποσότητα σπόρων ζιζανίων στο έδαφος, όπως δείχνει και το πείραμα των García et al. (2015) στην Ισπανία, όπου με όψιμη σπορά μειώθηκε η τράπεζα σπόρων του βρόμου (*Bromus diandrus*) στο έδαφος.

**Ορθολογική N λίπανση:** Η N λίπανση μπορεί να αποτελέσει έναν ακόμη 'σύμμαχο' για τον έλεγχο των ζιζανίων καθώς επηρεάζει την ανταγωνιστική ικανότητα του σιταριού έναντι των ζιζανίων (Agostinetto et al. 2017). Αρχικά, φαίνεται ότι η

ποσότητα της Ν λίπανσης επιδρά διαφορετικά σε κάθε είδος ζιζανίου. Λίπανση 150 kg N/ha δεν βοήθησε την μικρόκαρπη φάλαρη (*Phalaris minor* Retz.) να ανταγωνιστεί την καλλιέργεια σιταριού, ενώ αντίθετα αντίστοιχη Ν λίπανση οδήγησε σε αύξηση του ξηρού βάρους του άγριου σιναπιού (*Sinapis arvensis*) (Dhima και Eleftherohorinos 2003, Dhima και Eleftherorinos 2005). Εξίσου σημαντικός βέβαια, φαίνεται να είναι και ο συνδυασμός της Ν λίπανσης με άλλες καλλιεργητικές μεθόδους. Όσον αφορά τον χρόνο σποράς, υψηλά ποσά αζώτου οδήγησαν σε μικρότερο πληθυσμό ζιζανίων σε πρώιμες και κανονικού χρόνου σπορές, ενώ αντίθετα σε όψιμες σπορές, ο πληθυσμός αυτός αυξήθηκε (Fodor και Palmai 2008). Επίσης, η Ν λίπανση αύξησε την ανταγωνιστικότητα της αγριοβρώμης (*Avena sterilis* L.) , ενώ ο συνδυασμός της Ν λίπανσης με αύξηση στην πυκνότητα της καλλιέργειας, οδήγησε σε μειωμένη ανταγωνιστικότητα (Armin et al. 2011, Behdarvand et al. 2013).

### **1.5. Χημική καταπολέμηση ζιζανίων στα χειμερινά σιτηρά**

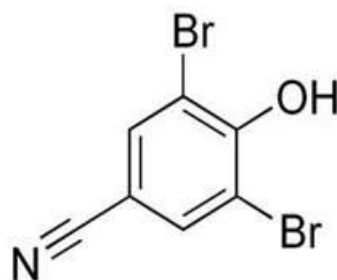
Η χημική καταπολέμηση θεωρείται ως η αποτελεσματικότερη μέθοδος καταπολέμησης των ζιζανίων. Μερικά από τα πλεονεκτήματα της είναι το ευρύ φάσμα δράσης των ζιζανιοκτόνων καθώς και το χαμηλό κόστος τους (Ελευθεροχωρινός 2014). Για ανταγωνιστικά ζιζάνια σε καλλιέργειες χειμερινών σιτηρών, όπως για παράδειγμα η αγριοβρώμη (*Avena fatua*) είναι ιδιαίτερα σημαντικός ο μηχανισμός δράσης του κάθε ζιζανιοκτόνου, έτσι ώστε να μην εμφανιστεί ανθεκτικότητα (Jäck et al. 2017). Τα ζιζανιοκτόνα που αξιολογήθηκαν στο πείραμα είναι τα παρακάτω:

#### **✓ bromoxynil**

Το bromoxynil ανήκει στην ομάδα των υδροξυβενζονιτριλίων. Χρησιμοποιείται αποκλειστικά για την καταπολέμηση πλατύφυλλων ζιζανίων με ιδιαίτερη μάλιστα επιτυχία (Ζιώγας και Μάρκογλου 2017). Σε πείραμα που διενεργήθηκε στο Πακιστάν, το ζιζανιοκτόνο bromoxynil+2,4-D ήταν αποτελεσματικό στα περισσότερα είδη πλατύφυλλων ζιζανίων και αύξησε την απόδοση της καλλιέργειας σιτηρών κατά 127,65% (Veisi και Moeini 2019). Ένα άλλο μείγμα, το bromoxynil με το bicyclopyrone, μπορεί να εναλλάσσεται άρτια με το clorpyralid για τον έλεγχο του ζιζανίου ανθεμίδα (*Anthemis cotula*) (San Martín et al. 2018).

Το bromoxynil απορροφάται από το φύλλωμα των ζιζανίων, αλλά παρουσιάζει ελάχιστη διελασματική κίνηση και έτσι χαρακτηρίζεται ως ζιζανιοκτόνο επαφής

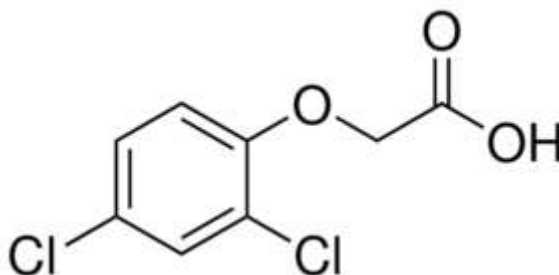
(Ελευθεροχωρινός 2014, Ζιώγας και Μάρκογλου 2017). Τέλος, όσον αφορά την υπολειμματικότητα του στο έδαφος αυτήν είναι μικρή. Σε πηλώδες έδαφος στον Μισισσιπιπή, το ζιζανιοκτόνο bromoxynil παρέμεινε για ελάχιστο χρόνο στο έδαφος (χρόνος ημιζωής < 1 ημέρα) και ήταν ανεξάρτητος από την άροση του εδάφους (Zablotowicz et al. 2008).



**Εικόνα 1.** Χημική δομή του ζιζανιοκτόνου bromoxynil.

#### ✓ 2,4-D

Το 2,4-D ανήκει στα ζιζανιοκτόνα με δράση αυξίνης και εφαρμόζεται τις περισσότερες φορές στο φύλλωμα των ζιζανίων, αν και η απορρόφηση του είναι εξίσου εφικτή και από τις ρίζες (Ελευθεροχωρινός 2014). Είναι διασυστηματικό μεταφυτρωτικό (στο στάδιο των 5-6 φύλλων) ζιζανιοκτόνο και ελέγχει διάφορα πλατύφυλλα ζιζάνια σε καλλιέργειες χειμερινών σιτηρών, ενώ μπορεί να παραμείνει στο έδαφος από 1 έως 3 μήνες (Ζιώγας και Μάρκογλου 2017). Αποτέλεσμα πειράματος έδειξε ότι η σπορά σόγιας την ημέρα εφαρμογής του 2,4-D ή 3 ημερών μετά την εφαρμογή, οδήγησε σε καθυστέρηση στην ανάπτυξη της καλλιέργειας (De Oliveira et al. 2015).

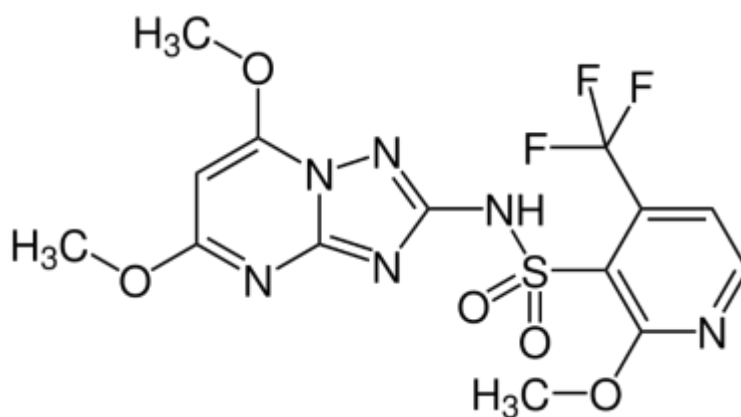


## Εικόνα 2. Χημική δομή του ζιζανιοκτόνου 2,4-D

Σε καλλιέργεια σιτηρών, το 2,4-D σε μείγμα με το tribenuron-methyl είχε ως αποτέλεσμα τον έλεγχο εναντίον του ζιζανίου μεγαλόκαρπη κολλητσίδα (*Gallium aparine*) (Zargar et al. 2019). Αρκετά είδη ζιζανίων σήμερα έχουν καταφέρει να αναπτύξουν ανθεκτικότητα στο 2,4-D (Palma-Bautista et al. 2020). Δύο κύριοι μηχανισμοί ανθεκτικότητας είναι ο ενισχυμένος μεταβολισμός και η μειωμένη μεταφορά εντός των ζιζανίων, ενώ η ταχεία νέκρωση που εμφανίστηκε στο ζιζάνιο κόνυζα (*Conyza sumatrensis*) αποτελεί ένα καινούργιο μηχανισμό ανθεκτικότητας (Palma-Bautista et al. 2020, de Queiroz et al. 2019).

### ✓ pyroxsulam

Το pyroxsulam ανήκει στην ομάδα των τριαζολοπυριμιδίνων και λειτουργεί ως παρεμποδιστής του ενζύμου οξικογαλακτική συνθάση (ALS). (Ελευθεροχωρινός 2014, Ζιώγας και Μάρκογλου 2017). Είναι διασυστηματικό μεταφυτρωτικό ζιζανιοκτόνο και χρησιμοποιείται για την καταπολέμηση σημαντικών πλατύφυλλων και αγρωστωδών ζιζανίων σε διάφορα σιτηρά (Becker 2008, Ελευθεροχωρινός 2014).



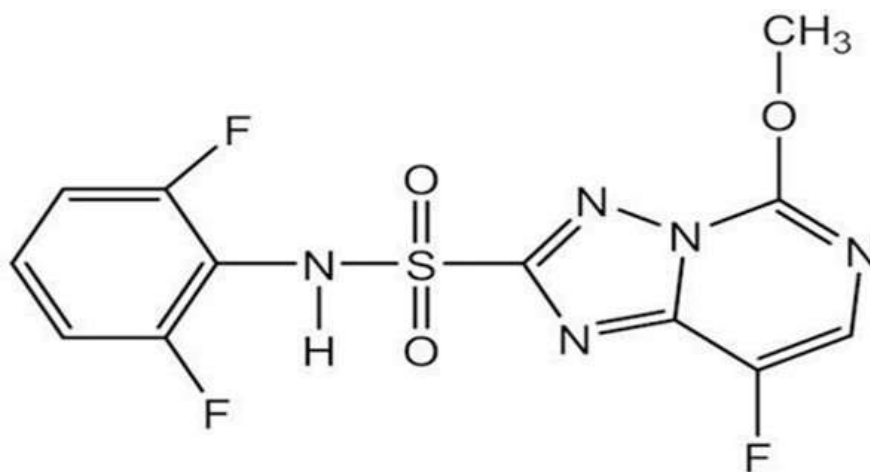
Εικόνα 3. Χημική δομή του ζιζανιοκτόνου pyroxsulam

Έπειτα από πειραματισμό στην Κίνα, βρέθηκε ότι η αποτελεσματικότητα του pyroxsulam έναντι του ζιζανίου αλεπονουρά (*Alopecurus myosuroides*) έφτασε το ποσοστό του 72,2-89,3% για εφαρμογές πριν το χειμώνα και 68,6-83,2% για εφαρμογές μετά το χειμώνα (Gao et al. 2020). Σε άλλο πείραμα στην Ινδιανάπολη των Η.Π.Α, εξάχθηκε το συμπέρασμα ότι η απορρόφηση του pyroxsulam από το ριζικό σύστημα

του σιταριού ήταν μικρότερη σε σχέση με την αντίστοιχη από αυτό της αλεπονουράς (De Boer et al. 2011). Αξίζει να αναφερθεί ότι το pyroxsulam σε συνδυασμό με το cloquintocet-mexyl μεταβολίζεται ταχύτερα από το σιτάρι (Zobiolo et al. 2018). Η αντοχή του pyroxsulam στην έκπλυση από βροχή ανέρχεται στην μία ώρα, ενώ λόγω του μικρού χρόνου ημιζωής του, διευκολύνεται η χρήση του σε συστήματα αμειψισποράς (Becker et al. 2008).

#### ✓ **florasulam**

Το florasulam ανήκει στην ομάδα των τριαζολοπυριμιδινών και λειτουργεί ως αναστολέας της βιοσύνθεσης του ενζύμου οξικογαλακτική συνθάση (ALS)(Ελευθεροχωρινός 2014).



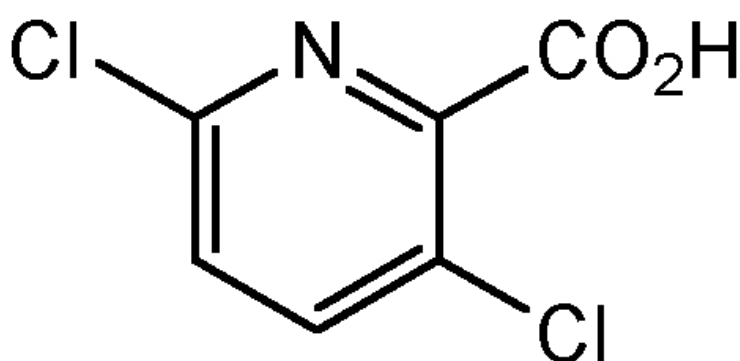
**Εικόνα 4.** Χημική δομή του ζιζανιοκτόνου florasulam.

Έχει μεταφυτρωτική δράση έναντι πλατύφυλλων ζιζανίων και μετακινείται μέσω των ηθμαγγειωδών δεσμίδων αφού απορροφηθεί από τις ρίζες (Ζιώγας και Μάρκογλου 2017). Είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι η αποδόμηση του γίνεται κυρίως μέσω των μικροοργανισμών του εδάφους με άριστη θερμοκρασία για την αποδόμηση του τους 20-25°C, όπως μελετήθηκε σε έξι τύπους εδαφών (Jackson et al. 2000). Η ίδια άποψη υποστηρίζεται κι από τους Su et al. (2017) καθώς η διάσπαση του florasulam σε αποστειρωμένο έδαφος ήταν σημαντικά χαμηλότερη σε σχέση με ένα μη αποστειρωμένο έδαφος. Επιπλέον ευνοείται με υψηλή θερμοκρασία και χαμηλό pH και οργανική ουσία. Πάντως, οι δύο τελευταίοι παράγοντες επηρεάζουν ελάχιστα τη διάσπαση του florasulam στο έδαφος (Li et al. 2012). Επίσης, η εκλεκτικότητα του ζιζανιοκτόνου λόγω του μεταβολισμού του από τα καλλιεργούμενα είδη, δεν

δημιουργεί προβλήματα φυτοξικότητας (Ελευθεροχωρινός 2014). Τέλος, δεν παρατηρείται τοξικότητα του μείγματος florasulam με 2,4-D σε ποικιλίες σιταριού όπως αναφέρουν οι Kieloch και Rola (2010).

#### ✓ **clopyralid**

Το clopyralid ανήκει στην ομάδα των πυριδινοκαρβοξυλικών οξέων. Είναι διασυστηματικό μεταφυτρωτικό ζιζανιοκτόνο που απορροφάται τόσο από το φύλλωμα όσο και από τις ρίζες των ζιζανίων, και χρησιμοποιείται αποτελεσματικά για τον έλεγχο πλατύφυλλων ειδών (ετήσια και πολυετή) κυρίως των οικογενειών Polygonaceae, Asteraceae, Apiaceae και Fabaceae (Ελευθεροχωρινός 2014, Ζιώγας και Μάρκογλου 2017). Στη Νέα Ζηλανδία, βρέθηκε ότι η ανθεκτικότητα ζιζανίων, όπως του κίρσιου (*Cirsium arvense*) στο ζιζανιοκτόνο clopyralid θεωρείται μέτρια, όμως επηρεάζεται από το ιστορικό εφαρμογής του ζιζανιοκτόνου στον αγρό (Ngow et al. 2020). Σε πείραμα αγρού το clopyralid εμφάνισε βέλτιστη αποτελεσματικότητα σε ποσοστό 90% εναντίον του ζιζανίου τριχωτού βίκου (*Vicia villosa*), τόσο με χειμερινές όσο και με εαρινές εφαρμογές (Curran et al. 2015). Όσον αφορά την έκλυση του από το έδαφος, αυτήν είναι μεγαλύτερη σε ένα έδαφος που έχει υποστεί κατεργασία σε σχέση με ένα ακατέργαστο έδαφος, ενώ το χαμηλό ύψος βροχής στην περιοχή εγκατάστασης της καλλιέργειας επιβραδύνει τη διάσπαση του (Schütz et al. 1996, Felix et al. 2005).



**Εικόνα 5.** Χημική δομή του ζιζανιοκτόνου clopyralid

## Κεφάλαιο 2ο: Υλικά και Μέθοδοι

### 2.1 Πειραματικός αγρός

Για τη εκπόνηση της συγκεκριμένης διατριβής καλλιεργήθηκε σκληρό σιτάρι σε έκταση του αγροκτήματος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στο Βελεστίνο την περίοδο Νοέμβριος 2019 με Ιούλιος 2020. Στον Πίνακα 3 παρουσιάζεται η κοκκομετρική σύσταση του εδάφους καθώς και το pH του.

**Πίνακας 3.** Φυσικοχημικές ιδιότητες εδάφους όπου εγκαταστάθηκε το συγκεκριμένο πείραμα πεδίου.

Κοκκομετρική σύσταση και pH	
Έδαφος	Αμμοαργιλοπηλώδες
Άμμος	38%
Ιλύς	36%
Άργιλος	26%
pH	7,4

### 2.2 Πειραματική διαδικασία

Ο αγρός χωρίστηκε σε τεμάχια με βάση το σχέδιο των υποδιαιρεμένων τεμαχίων με 3 επαναλήψεις και 2 παράγοντες. Ο πρώτος ήταν ο χρόνος σποράς (πρώιμη και όψιμη σπορά) και ο δεύτερος ήταν οι επεμβάσεις με τα ζιζανιοκτόνα (3 ζιζανιοκτόνα και ο ασφέκαστος μάρτυρας). Ο πειραματικός αγρός χωρίστηκε σε αγροτεμάχια και το κάθε αγροτεμάχιο έχει διαστάσεις 2 m x 3 m. Η πρώτη σπορά έγινε στις 7 Νοεμβρίου 2019, ενώ η δεύτερη σπορά στις 19 Νοεμβρίου 2019 (Εικόνα 6). Για τη σπορά χρησιμοποιήθηκε ποσότητα σπόρου της τάξης των 25 kg/στρέμμα και οι αποστάσεις μεταξύ των γραμμών ήταν 18 cm. Επίσης, εφαρμόστηκε 30 kg/στρέμμα του λιπάσματος 26-0-0 (αζωτούχο λίπασμα) στις 20 Φεβρουαρίου 2020 κατά το στάδιο του αδελφώματος. Η εφαρμογή των ζιζανιοκτόνων στον αγρό έγινε στις 3 Μαρτίου 2020

στο στάδιο του 1<sup>ου</sup> κόμβου. Για την εφαρμογή των ζιζανιοκτόνων στον αγρό χρησιμοποιήθηκε ψεκαστήρας ακριβείας, με ακροφύσια τύπου σκούπας, πίεσης 2,5-3 atm και όγκο ψεκαστικού υγρού 30 L/στρέμμα.



**Εικόνα 6.** Η όψιμη σπορά του πειραματικού αγρού στις 19 Νοεμβρίου 2019.

Στο συγκεκριμένο πείραμα πραγματοποιήθηκαν οι ακόλουθες επεμβάσεις:

- 1) **bromoxynil + 2,4-D**
- 2) **pyroxsulam**
- 3) **florasulam + clopyralid**
- 4) **αψέκαστος μάρτυρας**

Αναλυτικότερα, τα ζιζανιοκτόνα που χρησιμοποιήθηκαν ήταν τα ακόλουθα:

- 1) **bromoxynil + 2,4-D** (Εμπορική ονομασία: BROMINAL NUEVO). Δόση: 150 ml / στρέμμα. Όπως αναφέρθηκε παραπάνω έχει δράση σε διάφορα πλατύφυλλα ζιζάνια και εφαρμόζεται σε καλλιέργειες σκληρού και μαλακού σιταριού καθώς και στο κριθάρι.
- 2) **pyroxsulam** (Εμπορική ονομασία: SENIOR 75 WG). Δόση: 25 g/στρέμμα. Είναι διασυστηματικό εκλεκτικό ζιζανιοκτόνο και εφαρμόζεται για την



καταπολέμηση αγρωστώδων (πχ.αγριοβρώμη) και πλατύφυλλων ζιζανίων (πχ. γρούβα, μεγαλόκαρπη κολλητσίδα) σε σκληρό και μαλακό σιτάρι.

- 3) **florasulam + clopyralid** (Εμπορική ονομασία: PRIMUS PERFECT). Δόση 15 ml/ στρέμμα. Εφαρμόζεται για τον έλεγχο μόνο πλατύφυλλων ζιζανίων σε καλλιέργεια σκληρού και μαλακού σιταριού, στο κριθάρι και στη βρώμη.



**Εικόνα 7.** Πειραματικός αγρός σκληρού σιταριού κατά το αδελφωμα (4 Φεβρουαρίου 2020).

## 2.3 Μετρήσεις

### Σκληρό σιτάρι

Πραγματοποιήθηκαν 3 μετρήσεις στις 12 Μαρτίου 2020, 5 Μαΐου 2020 και στις 7 Ιουλίου 2020 για τον υπολογισμό διαφόρων ποσοτικών και ποιοτικών χαρακτηριστικών του σκληρού σιταριού. Στις δύο πρώτες ημερομηνίες μετρήθηκε το νωπό και το ξηρό βάρος της καλλιέργειας, το ύψος των φυτών, ο αριθμός των αδελφιών ανά φυτό, η συγκέντρωση της χλωροφύλλης(τιμή SPAD) για το σκληρό

σιτάρι, ενώ στην τρίτη ημερομηνία μετρήθηκε η απόδοση σε σπόρο, το μήκος του στάχewος και το βάρος 1000 σπόρων.



**Εικόνα 8.** Πειραματικός αγρός σκληρού σιταριού 18 μέρες μετά την εφαρμογή των ζιζανιοκτόνων στις 20 Μαρτίου 2020.

- ✓ **Νωπό και ξηρό βάρος:** Επί των γραμμών σποράς έγινε κοπή φυτών σιταριού σε απόσταση 30 cm (Εικόνα 9) και τα δείγματα μετρήθηκαν σε ζυγό ακριβείας (KERN, PCB 2500-2) για τον υπολογισμό του νωπού βάρους. Στη συνέχεια, ξηράθηκαν για 4 μέρες σε θερμοκρασία 60 °C και υπολογίστηκε εκ νέου το βάρος τους σε ζυγό ακριβείας.
- ✓ **Ύψος:** Έγινε μέτρηση του ύψους 5 φυτών σε κάθε πειραματικό τεμάχιο.
- ✓ **Αριθμός αδελφιών:** Μετρήθηκε ο αριθμός των αδελφιών από 5 φυτά σε κάθε πειραματικό τεμάχιο.



- ✓ **Συγκέντρωση χλωροφύλλης:** Η χλωροφύλλη μετρήθηκε σε δύο διαφορετικές χρονικές περιόδους με το φορητό όργανο μέτρησης SPAD-500 chlorophyll meter (Konica Minolta Optics Inc.).
- ✓ **Απόδοση σε σπόρο:** Ο προσδιορισμός της απόδοσης σε σπόρο έγινε με μηχανική συγκομιδή σε επιφάνεια 1,4 m x 3 m , με τη χρήση θεριζοαλωνιστικής μηχανής στις 7 Ιουλίου 2020 (Εικόνα 12).
- ✓ **Μήκος του στάχewος και βάρος 1000 σπόρων:** Έγινε μέτρηση του μήκους του στάχewος σε κάθε πειραματικό τεμάχιο. Μετρήθηκε το βάρος 4 X 50 σπόρων σε κάθε επέμβαση και στη συνέχεια έγινε αναγωγή για τον υπολογισμό του βάρους 1000 σπόρων.



**Εικόνα 9.** Κοπή φυτών σε μήκος 30 cm για την μέτρηση του βάρους τους(νωπό και ξηρό)

### **Ζιζάνια**

Πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις για τον υπολογισμό του αριθμού των ζιζανίων (πυκνότητα) σε επιφάνεια 60 cm x 60 cm, και μετρήσεις για τον υπολογισμό του νωπού και του ξηρού βάρους στις 5 Μαΐου 2020. Τα ζιζάνια ζυγίστηκαν σε ζυγό ακριβείας

για τον υπολογισμό του νωπού τους βάρους ενώ στη συνέχεια πραγματοποιήθηκε ξήρανση των δειγμάτων σε θερμοκρασία 60 °C για 4 ημέρες και ζυγίστηκαν εκ νέου.



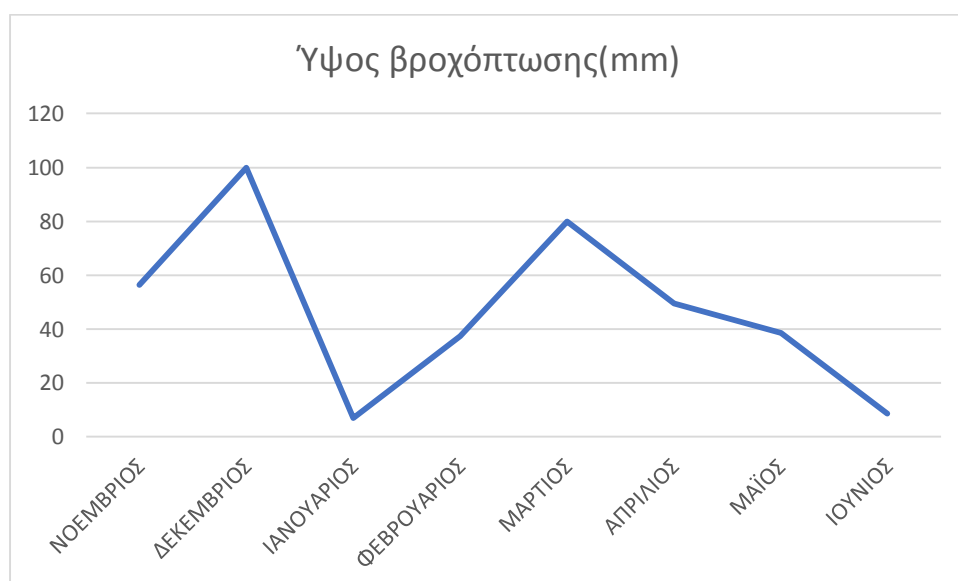
**Εικόνα 12.** Συγκομιδή σκληρού σιταριού στις 7 Ιουλίου με τη χρήση θεριζοαλωνιστικής μηχανής

## **2.4 Μετεωρολογικά Δεδομένα**

Τα μετεωρολογικά δεδομένα ελήφθησαν από το μετεωρολογικό σταθμό του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στο Βελεστίνο. Παρακάτω παρουσιάζονται στα διαγράμματα 2 και 3 η μέση τιμή της θερμοκρασίας και της σχετικής υγρασίας κατά την καλλιεργητική περίοδο Νοέμβριος 2019-Ιούνιος 2020. Η υψηλότερη μέση θερμοκρασία σημειώθηκε κατά τον μήνα Ιούνιο (24,09 °C), ενώ η υψηλότερη βροχόπτωση ήταν το μήνα Δεκέμβριο (99,8 mm).



**Διάγραμμα 2.** Μέση τιμή της θερμοκρασίας(°C) ανά μήνα κατά την περίοδο εγκατάστασης της καλλιέργειας στο Αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στο Βελεστίνο.



**Διάγραμμα 3.** Ύψος βροχόπτωσης(mm) ανά μήνα κατά την περίοδο εγκατάστασης της καλλιέργειας στο Αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στο Βελεστίνο.

## 2.5 Στατιστική επεξεργασία δεδομένων

Για τη στατιστική ανάλυση των πειραματικών δεδομένων σε πρώτο στάδιο έγινε ανάλυση της διασποράς (Analysis of variance) και στο 2<sup>ο</sup> στάδιο συντελέστηκε σύγκριση των μεταχειρίσεων του πειράματος με τη δοκιμασία της ελάχιστης σημαντικής διαφοράς (LSD) σε επίπεδο σημαντικότητας  $P=5\%$ .

## Κεφάλαιο 3ο : Αποτελέσματα

### 3.1 Ύψος φυτών σκληρού σιταριού

#### 1<sup>η</sup> Μέτρηση

Η πρώτη μέτρηση που έγινε λίγες ημέρες μετά την εφαρμογή των ζιζανιοκτόνων (12 Μαρτίου), φανέρωσε ότι υπήρξε στατιστική σημαντική διαφορά όσον αφορά το ύψος των φυτών του σιταριού μεταξύ της πρώιμης και της όψιμης σποράς. Στην πρώιμη σπορά το ύψος των φυτών ήταν 24,72 cm, ενώ αυτό της δεύτερης σποράς ήταν 19,58 cm (Πίνακας 5). Ο παράγοντας των ζιζανιοκτόνων δεν φανέρωσε στατιστικά σημαντικές διαφορές για τη συγκεκριμένη παράμετρο.

**Πίνακας 5.** Επίδραση του χρόνου σποράς (πρώιμη και όψιμη σπορά) και των ζιζανιοκτόνων (αψέκαστος μάρτυρας, bromoxynil+2,4-D, florasulam+clopyralid, pyroxsulam) στο ύψος των φυτών της καλλιέργειας κατά την αρχική μέτρηση.

Παράγοντες	Ύψος φυτών (σε cm)
<b>Χρόνος σποράς</b>	
Πρώιμη σπορά	24,72 a
Όψιμη σπορά	19,58 b
LSD <sub>5%</sub>	1,31
<b>Ζιζανιοκτόνα</b>	
Αψέκαστος μάρτυρας	22,22 a
bromoxynil+2,4-D	22,06 a
florasulam+clopyralid	22,50 a
pyroxsulam	21,83a
LSD <sub>5%</sub>	-
<b>Ανάλυση διασποράς-Τιμές F</b>	
Χρόνος σποράς	68,863 ***
Ζιζανιοκτόνα	0,206 ns
Χρόνος σποράς x Ζιζανιοκτόνα	1,928 ns
Για κάθε παράγοντα οι επεμβάσεις που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δείχνουν μη στατιστικώς σημαντικές διαφορές. ns= δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά, *** Στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας 0,001.	

#### 2<sup>η</sup> Μέτρηση

Κατά τη δεύτερη μέτρηση (5 Μαΐου), υπήρξε στατιστική σημαντική διαφορά όσον αφορά το ύψος των φυτών μεταξύ των δύο περιόδων σποράς (πρώιμη και όψιμη). Στην



πρώτη σπορά το ύψος των φυτών ήταν 92,06 cm, ενώ αυτό της δεύτερης σποράς ήταν 89,23 cm.

Η στατιστική ανάλυση των δεδομένων αυτής της μέτρησης ανέδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των τεσσάρων μεταχειρίσεων. Συγκεκριμένα υπήρξε διαφορά στο ύψος των φυτών ανάμεσα στη μεταχείριση του bromoxynil+2,4-D με το pyroxsulam και τον αψέκαστο μάρτυρα, ενώ δεν υπήρξε κάποια στατιστικά σημαντική διαφορά στο ύψος των φυτών ανάμεσα στο bromoxynil+2,4-D και το florasulam+clorpyralid. Το μεγαλύτερο ύψος φυτών σημειώθηκε στην επέμβαση με το bromoxynil+2,4-D (93,17 cm), ενώ οι πιο μικρές τιμές του ύψους μετρήθηκαν σ' αυτήν με το pyroxsulam (88,06 cm). Τέλος, μεταξύ του αψέκαστου μάρτυρα και του pyroxsulam, όπου καταγράφηκαν και τα χαμηλότερα ύψη, δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές (Πίνακας 6).

**Πίνακας 6.** Επίδραση του χρόνου σποράς (πρώιμη και όψιμη σπορά) και των ζιζανιοκτόνων (αψέκαστος μάρτυρας, bromoxynil+2,4-D, florasulam+clorpyralid, pyroxsulam) στο ύψος των φυτών της καλλιέργειας στην τελική μέτρηση.

Παράγοντες	Ύψος φυτών (σε cm)
<b>Χρόνος σποράς</b>	
Πρώιμη σπορά	92,06 a
Όψιμη σπορά	89,23 b
LSD <sub>5%</sub>	2,82
<b>Ζιζανιοκτόνα</b>	
Αψέκαστος μάρτυρας	89,06 bc
bromoxynil+2,4-D	93,17 a
florasulam+clorpyralid	92,28 ab
pyroxsulam	88,06 c
LSD <sub>5%</sub>	3,99
<b>Ανάλυση διασποράς-Τιμές F</b>	
Χρόνος σποράς	4,529*
Ζιζανιοκτόνα	3,433*
Χρόνος σποράς x Ζιζανιοκτόνα	0,944 ns
Για κάθε παράγοντα οι επεμβάσεις που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δείχνουν μη στατιστικώς σημαντικές διαφορές. ns= δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά, * Στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας 0,05.	

### 3.2 Αριθμός αδελφιών ανά φυτό σκληρού σιταριού

#### 1<sup>η</sup> Μέτρηση

Στην αρχική καταγραφή του αδελφώματος (12 Μαρτίου), δεν υπήρξε στατιστική σημαντική διαφορά στον αριθμό των αδελφιών ανά φυτό ανάμεσα στη πρώιμη και την όψιμη σπορά. Στην πρώιμη σπορά ο αριθμός των αδελφιών ήταν 2,19 ανά φυτό, ενώ για την όψιμη σπορά καταγράφηκαν 2,08 αδέλφια ανά φυτό. Επιπρόσθετα, ο παράγοντας των ζιζανιοκτόνων δεν φανέρωσε στατιστικά σημαντικές διαφορές στον αριθμό των αδελφιών, με τη μεγαλύτερη τιμή (2,28 αδέλφια/φυτό) να καταγράφεται στην επέμβαση του pyroxsulam (Πίνακας 7).

**Πίνακας 7.** Επίδραση του χρόνου σποράς (πρώιμη και όψιμη σπορά) και των ζιζανιοκτόνων (αψέκαστος μάρτυρας, bromoxynil+2,4-D, florasulam+clopyralid, pyroxsulam) στον αριθμό των αδελφιών των φυτών σκληρού σιταριού στην αρχική μέτρηση.

Παράγοντες	Αριθμός αδελφιών/φυτό
<b>Χρόνος σποράς</b>	
Πρώιμη σπορά	2,19 a
Όψιμη σπορά	2,08 a
LSD <sub>5%</sub>	-
<b>Ζιζανιοκτόνα</b>	
Αψέκαστος μάρτυρας	2,17 a
bromoxynil+2,4-D	1,94 a
florasulam+clopyralid	2,17 a
pyroxsulam	2,28 a
LSD <sub>5%</sub>	-
<b>Ανάλυση διασποράς-Τιμές F</b>	
Χρόνος σποράς	1,000 ns
Ζιζανιοκτόνα	1,583 ns
Χρόνος σποράς x Ζιζανιοκτόνα	0,667 ns
Για κάθε παράγοντα οι επεμβάσεις που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δείχνουν μη στατιστικώς σημαντικές διαφορές ns= δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά,	



## 2<sup>η</sup> Μέτρηση

Κατά τη δεύτερη μέτρηση (5 Μαΐου), δεν υπήρξε στατιστική σημαντική διαφορά όσον αφορά τον αριθμό των αδελφιών ανάμεσα στην πρώιμη και την όψιμη σπορά. Στην πρώιμη σπορά ο αριθμός των αδελφιών ήταν 2,25 ανά φυτό, ενώ ήταν 2,19 αδέλφια ανά φυτό για την όψιμη σπορά.

Η στατιστική ανάλυση των δεδομένων του αριθμού των αδελφιών αυτής της μέτρησης φανέρωσε στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ζιζανιοκτόνων. Υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφορά στον αριθμό των αδελφιών ανά φυτό ανάμεσα στις επεμβάσεις με τη μεγαλύτερη τιμή, του bromoxynil+2,4-D και του florasulam+clopyralid με τον ασφέκαστο μάρτυρα. Ο αριθμός των αδελφιών για τις προαναφερθείσες μεταχειρίσεις ήταν 2,50 αδέλφια ανά φυτό, ενώ η τιμή για τον ασφέκαστο μάρτυρα ήταν 1,50 (Πίνακας 8).

**Πίνακας 8.** Επίδραση του χρόνου σποράς (πρώιμη και όψιμη σπορά) και των ζιζανιοκτόνων (ασφέκαστος μάρτυρας, bromoxynil+2,4-D, florasulam+clopyralid, pyroxsulam) στον αριθμό των αδελφιών των φυτών της καλλιέργειας κατά την τελική μέτρηση.

Παράγοντες	Αριθμός αδελφιών/φυτό
<b>Χρόνος σποράς</b>	
Πρώιμη σπορά	2,25 a
Όψιμη σπορά	2,19 a
LSD <sub>5%</sub>	-
<b>Ζιζανιοκτόνα</b>	
Ασφέκαστος μάρτυρας	1,50 b
bromoxynil+2,4-D	2,50 a
florasulam+clopyralid	2,50 a
pyroxsulam	2,39 a
LSD <sub>5%</sub>	0,26
<b>Ανάλυση διασποράς-Τιμές F</b>	
Χρόνος σποράς	0,400 ns
Ζιζανιοκτόνα	30,400 ***
Χρόνος σποράς x Ζιζανιοκτόνα	0,400 ns
Για κάθε παράγοντα οι επεμβάσεις που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δείχνουν μη στατιστικώς σημαντικές διαφορές. ns= δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά, *** Στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας 0,001.	

### 3.3 Σχετική συγκέντρωση χλωροφύλλης σκληρού σιταριού

#### 1<sup>η</sup> Μέτρηση

Κατά την πρώτη καταγραφή του δείκτη SPAD (12 Μαρτίου), δεν υπήρξε στατιστική σημαντική διαφορά όσον αφορά την τιμή της συγκέντρωσης της χλωροφύλλης SPAD ανάμεσα στην πρώιμη και την όψιμη σπορά. Στην πρώιμη σπορά η συγκέντρωση της χλωροφύλλης είχε την τιμή SPAD 47,78, ενώ ήταν 47,86 για την όψιμη σπορά. Επίσης, ο παράγοντας των ζιζανιοκτόνων δεν έδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές για τη συγκεκριμένη φυσιολογική παράμετρο. Η μεγαλύτερη τιμή του δείκτη SPAD ήταν 48,95 στη μεταχείριση του bromoxynil+2,4-D, ενώ η πιο μικρή τιμή του δείκτη SPAD ήταν 45,35 στη μεταχείριση με το pyroxsulam (Πίνακας 9).

**Πίνακας 9.** Επίδραση του χρόνου σποράς (πρώιμη και όψιμη σπορά) και των ζιζανιοκτόνων (αψέκαστος μάρτυρας, bromoxynil+2,4-D, florasulam+clopyralid, pyroxsulam) στη σχετική συγκέντρωση χλωροφύλλης κατά την αρχική μέτρηση.

Παράγοντες	Σχετική συγκέντρωση χλωροφύλλης (τιμές SPAD)
<b>Χρόνος σποράς</b>	
Πρώιμη σπορά	47,78 a
Όψιμη σπορά	47,86 a
LSD <sub>5%</sub>	-
<b>Ζιζανιοκτόνα</b>	
Αψέκαστος μάρτυρας	47,87 a
bromoxynil+2,4-D	48,95 a
florasulam+clopyralid	49,10 a
pyroxsulam	45,35a
LSD <sub>5%</sub>	-
<b>Ανάλυση διασποράς-Τιμές F</b>	
Χρόνος σποράς	0,0047 ns
Ζιζανιοκτόνα	2,049 ns
Χρόνος σποράς x Ζιζανιοκτόνα	0,182 ns
Για κάθε παράγοντα οι επεμβάσεις που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δείχνουν μη στατιστικώς σημαντικές διαφορές. ns= δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά	

## 2<sup>η</sup> Μέτρηση

Στη δεύτερη καταγραφή της συγκεκριμένης παραμέτρου (5 Μαΐου), βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές, ενώ διαπιστώθηκε ότι υπήρξε αλληλεπίδραση μεταξύ των δύο παραγόντων 1) του χρόνου σποράς και 2) των ζιζανιοκτόνων. Όσον αφορά την πρώιμη σπορά, υπήρξαν αξιοσημείωτες διαφορές ανάμεσα στις μεταχειρίσεις με bromoxynil+2,4-D, pyroxsulam και florasulam+clopyralid με τον αψέκαστο μάρτυρα. Η μεγαλύτερη τιμή SPAD ήταν 55,53 και μετρήθηκε στα τεμάχια του bromoxynil+2,4-D, ενώ η πιο μικρή τιμή SPAD (48,3) βρέθηκε στον αψέκαστο μάρτυρα όπου παρατηρήθηκε έντονος ανταγωνισμός των ζιζανίων. Στην όψιμη σπορά υπήρξαν επίσης διαφορές ανάμεσα στις μεταχειρίσεις bromoxynil+2,4-D, pyroxsulam και florasulam+clopyralid με τον αψέκαστο μάρτυρα. Η μεγαλύτερη τιμή SPAD ήταν 55,37 και βρέθηκε στη μεταχείριση bromoxynil+2,4-D, ενώ η πιο μικρή τιμή SPAD βρέθηκε στα τεμάχια όπου δεν έγινε καταπολέμηση των ζιζανίων και ήταν 52,40. Δεν καταγράφηκαν για τη συγκεκριμένη παράμετρο στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ του pyroxsulam και του florasulam+clopyralid και στους δύο χρόνους σποράς.

**Πίνακας 10.** Επίδραση του χρόνου σποράς (πρώιμη και όψιμη σπορά) και των ζιζανιοκτόνων (αψέκαστος μάρτυρας, bromoxynil+2,4-D, florasulam+clopyralid, pyroxsulam) στη σχετική συγκέντρωση χλωροφύλλης κατά την τελική μέτρηση.

1 <sup>ος</sup> Παράγοντας	2 <sup>ος</sup> Παράγοντας	Σχετική συγκέντρωση χλωροφύλλης (τιμές SPAD)
<b>Χρόνος σποράς</b>	<b>Ζιζανιοκτόνα</b>	
Πρώιμη σπορά	Αψέκαστος μάρτυρας	48,30 e
	bromoxynil+2,4-D	55,53 ab
	florasulam+clopyralid	53,40 c
	pyroxsulam	53,60 c
Όψιμη σπορά	Αψέκαστος μάρτυρας	52,40 dc
	bromoxynil+2,4-D	55,37 ab
	florasulam+clopyralid	53,93 bd
	pyroxsulam	53,47 c
<b>LSD<sub>5%</sub></b>		1,70
<b>Ανάλυση διασποράς-Τιμές F</b>		
Χρόνος σποράς		7,284*
Ζιζανιοκτόνα		27,939***
Χρόνος σποράς x Ζιζανιοκτόνα		6,437**
Για κάθε παράγοντα οι επεμβάσεις που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δείχνουν μη στατιστικώς σημαντικές διαφορές. *, **, *** Στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας 0,05, 0,01 και 0,001, αντίστοιχα.		

### 3.4 Νωπό βάρος σκληρού σιταριού

#### 1<sup>η</sup> Μέτρηση

Κατά την πρώτη μέτρηση (12 Μαρτίου), υπήρξε στατιστική σημαντική διαφορά για την παράμετρο του νωπού βάρους του υπέργειου τμήματος των φυτών μεταξύ πρώιμης και όψιμης σποράς. Στην πρώιμη σπορά το νωπό βάρος των φυτών ήταν 1506,52 kg/στρέμμα, ενώ αυτό της δεύτερης σποράς ήταν 1270,11 kg/στρέμμα. Η στατιστική ανάλυση των δεδομένων αυτής της μέτρησης ανέδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των τεσσάρων μεταχειρίσεων. Συγκεκριμένα, υπήρξε διαφορά στο νωπό βάρος των φυτών ανάμεσα στις επεμβάσεις του florasulam+clorpyralid με το bromoxynil+2,4-D, το pyroxsulam και τον ασφέκαστο μάρτυρα, ενώ αξιόλογες διαφορές διαπιστώθηκαν ανάμεσα στο bromoxynil+2,4-D και τον ασφέκαστο μάρτυρα. Το μεγαλύτερο νωπό βάρος σημειώθηκε στην επέμβαση με το florasulam+clorpyralid (1497,38 kg/στρέμμα), ενώ η πιο μικρή τιμή καταγράφηκε στα τεμάχια χωρίς έλεγχο των ζιζανίων (1315,59 kg/στρέμμα).

**Πίνακας 11.** Επίδραση του χρόνου σποράς (πρώιμη και όψιμη σπορά) και των ζιζανιοκτόνων (ασφέκαστος μάρτυρας, bromoxynil+2,4-D, florasulam+clorpyralid, pyroxsulam) στο νωπό βάρος της καλλιέργειας κατά την αρχική δειγματοληψία

Παράγοντες	Νωπό βάρος(kg/στρέμμα)
<b>Χρόνος σποράς</b>	
Πρώιμη σπορά	1506,52 a
Όψιμη σπορά	1270,11 b
LSD <sub>5%</sub>	62,993
<b>Ζιζανιοκτόνα</b>	
Ασφέκαστος μάρτυρας	1315,59 c
bromoxynil+2,4-D	1405,88 b
florasulam+clorpyralid	1497,38 a
pyroxsulam	1334,40 bc
LSD <sub>5%</sub>	89,09
<b>Ανάλυση διασποράς-Τιμές F</b>	
Χρόνος σποράς	63,298 ***
Ζιζανιοκτόνα	7,700 *
Χρόνος σποράς x Ζιζανιοκτόνα	1,220 ns
Για κάθε παράγοντα οι επεμβάσεις που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δείχνουν μη στατιστικώς σημαντικές διαφορές. ns= δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά, *, *** Στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας 0,05 και 0,001, αντίστοιχα.	

## 2<sup>η</sup> Μέτρηση

Κατά τη δεύτερη μέτρηση (5 Μαΐου), βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές, ενώ διαπιστώθηκε ότι υπήρξε αλληλεπίδραση μεταξύ των δύο παραγόντων 1) του χρόνου σποράς και 2) των ζιζανιοκτόνων. Όσον αφορά την πρόιμη σπορά, υπήρξαν διαφορές μεταξύ της μεταχείρισης bromoxynil+2,4-D με το pyroxsulam, το florasulam+clorpyralid και με τον ασέκαστο μάρτυρα. Η μεγαλύτερη τιμή για το νωπό βάρος ήταν 5162,47 kg/στρέμμα και βρέθηκε στη μεταχείριση του bromoxynil+2,4-D, ενώ η πιο μικρή τιμή της βιομάζας βρέθηκε στον ασέκαστο μάρτυρα και ήταν 3293,25 kg/στρέμμα. Στην όψιμη σπορά υπήρξαν επίσης μεγάλες διαφορές μεταξύ του ζιζανιοκτόνου bromoxynil+2,4-D με το pyroxsulam, το florasulam+clorpyralid και με τον ασέκαστο μάρτυρα. Η μεγαλύτερη τιμή για το νωπό βάρος ήταν 5061,72 kg/στρέμμα και βρέθηκε στη μεταχείριση του bromoxynil+2,4-D, ενώ η πιο μικρή τιμή βρέθηκε στα τεμάχια χωρίς καταπολέμηση των ζιζανίων και ήταν 3784,28 kg/στρέμμα (Πίνακας 12). Δεν καταγράφηκαν για τη συγκεκριμένη παράμετρο αξιοσημείωτες διαφορές ανάμεσα στο florasulam+clorpyralid και το pyroxsulam και στους δύο χρόνους σποράς.

**Πίνακας 12.** Επίδραση του χρόνου σποράς (πρόιμη και όψιμη σπορά) και των ζιζανιοκτόνων (ασέκαστος μάρτυρας, bromoxynil+2,4-D, florasulam+clorpyralid, pyroxsulam) στο νωπό βάρος της καλλιέργειας κατά την τελική δειγματοληψία.

1 <sup>ος</sup> Παράγοντας	2 <sup>ος</sup> Παράγοντας	Νωπό βάρος (kg/στρέμμα)
Χρόνος σποράς	Ζιζανιοκτόνα	
Πρόιμη σπορά	Ασέκαστος μάρτυρας	3293,25 d
	bromoxynil+2,4-D	5162,47 a
	florasulam+clorpyralid	4497,94 b
	pyroxsulam	4455,37 b
Όψιμη σπορά	Ασέκαστος μάρτυρας	3784,28 c
	bromoxynil+2,4-D	5061,72 a
	florasulam+clorpyralid	4641,72 b
	pyroxsulam	4598,11 b
<b>LSD<sub>5%</sub></b>		274,29
<b>Ανάλυση διασποράς-Τιμές F</b>		
Χρόνος σποράς		6,840*
Ζιζανιοκτόνα		102,604***
Χρόνος σποράς x Ζιζανιοκτόνα		3,540*
Για κάθε παράγοντα οι επεμβάσεις που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δείχνουν μη στατιστικά σημαντικές διαφορές. *, **, *** Στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας 0,05, 0,01 και 0,001, αντίστοιχα.		

### 3.5 Ξηρό βάρος σκληρού σιταριού

#### 1<sup>η</sup> Μέτρηση

Κατά την πρώτη δειγματοληψία του υπέργειου τμήματος του σκληρού σιταριού (12 Μαρτίου), υπήρξε στατιστική σημαντική διαφορά για τη ξηρή βιομάζα των φυτών μεταξύ πρώιμης και όψιμης σποράς. Στην πρώιμη σπορά το ξηρό βάρος ήταν 291,59 kg/στρέμμα, ενώ αυτό της δεύτερης σποράς ήταν 241,38 kg/στρέμμα.

Η στατιστική ανάλυση των δεδομένων αυτής της μέτρησης ανέδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των τεσσάρων μεταχειρίσεων. Συγκεκριμένα, υπήρξε διαφορά στην ξηρή βιομάζα ανάμεσα στις επεμβάσεις florasulam+clopyralid με το bromoxynil+2,4-D. Το μεγαλύτερο ξηρό βάρος σημειώθηκε στην επέμβαση με το florasulam+clopyralid (286,69 kg/στρέμμα), ενώ η πιο μικρή τιμή της ξηράς βιομάζας μετρήθηκε σ' αυτήν με τον ανέκαστο μάρτυρα (253,02 kg/στρέμμα). Τέλος, μεταξύ του florasulam+clopyralid και του pyroxsulam με τον ανέκαστο μάρτυρα δεν σημειώθηκαν αξιόλογες διαφορές.

**Πίνακας 13.** Επίδραση του χρόνου σποράς (πρώιμη και όψιμη σπορά) και των ζιζανιοκτόνων (ανέκαστος μάρτυρας, bromoxynil+2,4-D, florasulam+clopyralid, pyroxsulam) στο ξηρό βάρος της καλλιέργειας κατά την αρχική δειγματοληψία.

Παράγοντες	Ξηρό βάρος (kg/στρέμμα)
<b>Χρόνος σποράς</b>	
Πρώιμη σπορά	291,59 a
Όψιμη σπορά	241,38 b
LSD <sub>5%</sub>	15,735
<b>Ζιζανιοκτόνα</b>	
Ανέκαστος μάρτυρας	253,02 b
bromoxynil+2,4-D	258,98 b
florasulam+clopyralid	286,69 a
pyroxsulam	267,25 ab
LSD <sub>5%</sub>	22,25
<b>Ανάλυση διασποράς-Τιμές F</b>	
Χρόνος σποράς	45,752 ***
Ζιζανιοκτόνα	3,912 *
Χρόνος σποράς x Ζιζανιοκτόνα	0,541 *
Για κάθε παράγοντα οι επεμβάσεις που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δείχνουν μη στατιστικώς σημαντικές διαφορές. *,*** Στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας 0,05 και 0,001, αντίστοιχα.	

## 2<sup>η</sup> Μέτρηση

Κατά τη δεύτερη δειγματοληψία του υπέργειου τμήματος της καλλιέργειας (5 Μαΐου), βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές, ενώ διαπιστώθηκε ότι υπήρξε αλληλεπίδραση μεταξύ των δύο παραγόντων 1) του χρόνου σποράς και 2) των ζιζανιοκτόνων. Όσον αφορά την πρώιμη σπορά, υπήρξαν διαφορές μεταξύ του ζιζανιοκτόνου bromoxynil+2,4-D με το pyroxsulam, το florasulam+clopyralid και με τον απέκαστο μάρτυρα. Η μεγαλύτερη τιμή για το ξηρό βάρος ήταν 1298,24 kg/στρέμμα και βρέθηκε στη μεταχείριση bromoxynil+2,4-D, ενώ η πιο μικρή τιμή ξηρού βάρους βρέθηκε στον απέκαστο μάρτυρα και ήταν 812,44 kg/στρέμμα. Στην όψιμη σπορά υπήρξαν ανάλογες διαφορές μεταξύ των τριών ζιζανιοκτόνων και της μεταχείρισης του μάρτυρα. Η μεγαλύτερη τιμή για το ξηρό βάρος ήταν 1190,76 kg/στρέμμα και βρέθηκε ξανά στο ζιζανιοκτόνο bromoxynil+2,4-D, ενώ η πιο μικρή τιμή βρέθηκε στα τεμάχια όπου δεν έγινε καταπολέμηση ζιζανίων και ήταν 894,96 kg/στρέμμα. Δεν καταγράφηκαν για τη συγκεκριμένη παράμετρο αξιόλογες διαφορές ανάμεσα στο bromoxynil+2,4-D και το pyroxsulam για την όψιμη σπορά (Πίνακας 14).

**Πίνακας 14.** Επίδραση του χρόνου σποράς (πρώιμη και όψιμη σπορά) και των ζιζανιοκτόνων (απέκαστος μάρτυρας, bromoxynil+2,4-D, florasulam+clopyralid, pyroxsulam) στο ξηρό βάρος της καλλιέργειας κατά την τελική δειγματοληψία.

1 <sup>ος</sup> Παράγοντας	2 <sup>ος</sup> Παράγοντας	Ξηρό βάρος (kg/στρέμμα)
Χρόνος σποράς	Ζιζανιοκτόνα	
Πρώιμη σπορά	Απέκαστος μάρτυρας	812,44 d
	bromoxynil+2,4-D	1298,24 a
	florasulam+clopyralid	1139,73 b
	pyroxsulam	1091,52 bc
Όψιμη σπορά	Απέκαστος μάρτυρας	894,96 d
	bromoxynil+2,4-D	1190,76 bc
	florasulam+clopyralid	1150,63 b
	pyroxsulam	1146,94 b
<b>LSD<sub>5%</sub></b>		97,13
<b>Ανάλυση διασποράς-Τιμές F</b>		
Χρόνος σποράς		0,204ns
Ζιζανιοκτόνα		53,096***
Χρόνος σποράς x Ζιζανιοκτόνα		3,354*
Για κάθε παράγοντα οι επεμβάσεις που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δείχνουν μη στατιστικώς σημαντικές διαφορές. ns= δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά *, *** Στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας 0,05, 0,001 αντίστοιχα.		

### 3.6 Μήκος στάχewς σκληρού σιταριού

Πραγματοποιήθηκε μία μέτρηση για το μήκος του στάχewς την ημέρα της συγκομιδής (7 Ιουλίου). Δεν υπήρξε στατιστική σημαντική διαφορά όσον αφορά το μήκος της ταξιανθίας μεταξύ της πρώιμης και της όψιμης σποράς, με το μήκος του στάχewς των φυτών της πρώιμης σποράς να είναι 5,95 cm, ενώ αυτό της δεύτερης σποράς να είναι 6,00 cm (Πίνακας 15). Η στατιστικά ανάλυση των δεδομένων αυτής της μέτρησης ανέδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάμεσα στις τέσσερις μεταχειρίσεις Συγκεκριμένα, υπήρξε διαφορά για το συγκεκριμένο χαρακτηριστικό μεταξύ του bromoxynil+2,4-D, του florasulam+clopyralid και του pyroxsulam με τον απέκαστο μάρτυρα. Το μεγαλύτερο μήκος στάχewς μετρήθηκε στη μεταχείριση bromoxynil+2,4-D (6,21 cm), ενώ οι πιο μικροί στάχεις διαπιστώθηκαν στον απέκαστο μάρτυρα (5,67 cm).

**Πίνακας 15.** Επίδραση του χρόνου σποράς (πρώιμη και όψιμη σπορά) και των ζιζανιοκτόνων (απέκαστος μάρτυρας, bromoxynil+2,4-D, florasulam+clopyralid, pyroxsulam) στο μήκος του στάχewς των φυτών της καλλιέργειας.

Παράγοντες	Μήκος στάχewς (cm)
<b>Χρόνος σποράς</b>	
Πρώιμη σπορά	5,95 a
Όψιμη σπορά	6,00 a
LSD <sub>5%</sub>	-
<b>Ζιζανιοκτόνα</b>	
Απέκαστος μάρτυρας	5,67 c
bromoxynil+2,4-D	6,21 a
florasulam+clopyralid	6,08 ab
pyroxsulam	5,94 b
LSD <sub>5%</sub>	0,168
<b>Ανάλυση διασποράς-Τιμές F</b>	
Χρόνος σποράς	0,611 ns
Ζιζανιοκτόνα	17,608 ***
Χρόνος σποράς x Ζιζανιοκτόνα	1,318 ns
Για κάθε παράγοντα οι επεμβάσεις που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δείχνουν μη στατιστικώς σημαντικές διαφορές. ns= δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά, *** Στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας 0,001.	



### 3.7 Βάρος 1000 σπόρων και απόδοση σε σπόρο

Πραγματοποιήθηκε μία μέτρηση για το βάρος 1000 σπόρων την ημέρα της συγκομιδής (7 Ιουλίου). Δεν υπήρξε στατιστική σημαντική διαφορά όσον αφορά το συγκεκριμένο χαρακτηριστικό ανάμεσα στις δύο περιόδους σποράς (Πίνακας 16). Στην πρώιμη σπορά το βάρος των 1000 σπόρων ήταν 52,86 g, ενώ αυτό της δεύτερης σποράς ήταν 52,93 g (Πίνακας 16). Η στατιστική ανάλυση των δεδομένων αυτής της μέτρησης ανέδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ζιζανιοκτόνων. Συγκεκριμένα, υπήρξε διαφορά στο βάρος 1000 σπόρων μεταξύ του florasulam+clorpyralid και του pyroxsulam με τον απέκαστο μάρτυρα. Το μεγαλύτερο βάρος σημειώθηκε στην επέμβαση με το florasulam+clorpyralid (54,09 g) ενώ το μικρότερο σ' αυτήν με τον απέκαστο μάρτυρα (49,78 g).

**Πίνακας 16.** Επίδραση του χρόνου σποράς (πρώιμη και όψιμη σπορά) και των ζιζανιοκτόνων (απέκαστος μάρτυρας, bromoxynil+2,4-D, florasulam+clorpyralid, pyroxsulam) στο βάρος 1000 σπόρων της καλλιέργειας.

Παράγοντες	Βάρος 1000 σπόρων (g)
<b>Χρόνος σποράς</b>	
Πρώιμη σπορά	52,86 a
Όψιμη σπορά	52,93 a
LSD <sub>5%</sub>	-
<b>Ζιζανιοκτόνα</b>	
Απέκαστος μάρτυρας	49,78 b
bromoxynil+2,4-D	53,67 a
florasulam+clorpyralid	54,09 a
pyroxsulam	54,04 a
LSD <sub>5%</sub>	1,34
<b>Ανάλυση διασποράς-Τιμές F</b>	
Χρόνος σποράς	0,0253 ns
Ζιζανιοκτόνα	21,928***
Χρόνος σποράς x Ζιζανιοκτόνα	0,929 ns
Για κάθε παράγοντα οι επεμβάσεις που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δείχνουν μη στατιστικώς σημαντικές διαφορές. ns= δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά, *** Στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας 0,001.	

Κατά τη μέτρηση της απόδοσης σε σπόρο την ίδια ημερομηνία, βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές, ενώ διαπιστώθηκε ότι υπήρξε αλληλεπίδραση μεταξύ των δύο παραγόντων 1) του χρόνου σποράς και 2) των ζιζανιοκτόνων. Όσον αφορά την πρόιμη σπορά, υπήρξαν διαφορές μεταξύ της μεταχείρισης bromoxynil+2,4-D με το pyroxsulam, το florasulam+clopyralid και με τον απέκαστο μάρτυρα. Η μεγαλύτερη τιμή για την απόδοση σε σπόρο ήταν 480,02 kg/στρέμμα και βρέθηκε στη μεταχείριση του bromoxynil+2,4-D, ενώ η πιο μικρή παραγωγή της καλλιέργειας βρέθηκε στον απέκαστο μάρτυρα και ήταν 282,29 kg/στρέμμα. Στην όψιμη σπορά υπήρξαν ανάλογες διαφορές μεταξύ του bromoxynil+2,4-D και των άλλων μεταχειρίσεων. Η μεγαλύτερη τιμή για την απόδοση σε σπόρο ήταν 467,35 kg/στρέμμα και στη μεταχείριση bromoxynil+2,4-D, ενώ η παραγωγικότητα της καλλιέργειας βρέθηκε σημαντικά πιο μικρή στα τεμάχια όπου δεν έγινε καταπολέμηση των ζιζανίων και ήταν 333,08 kg/στρέμμα (Πίνακας 17).

**Πίνακας 17.** Επίδραση του χρόνου σποράς (πρόιμη και όψιμη σπορά) και των ζιζανιοκτόνων (απέκαστος μάρτυρας, bromoxynil+2,4-D, florasulam+clopyralid, pyroxsulam) στην απόδοση σε σπόρο της καλλιέργειας.

1 <sup>ος</sup> Παράγοντας	2 <sup>ος</sup> Παράγοντας	Απόδοση σε σπόρο (kg/στρέμμα)
Χρόνος σποράς	Ζιζανιοκτόνα	
Πρόιμη σπορά	Απέκαστος μάρτυρας	282,29 d
	bromoxynil+2,4-D	480,02 a
	florasulam+clopyralid	414,47 b
	pyroxsulam	396,76 b
Όψιμη σπορά	Απέκαστος μάρτυρας	333,08 c
	bromoxynil+2,4-D	467,35 a
	florasulam+clopyralid	401,95 b
	pyroxsulam	392,20 b
<b>LSD<sub>5%</sub></b>		20,13
<b>Ανάλυση διασποράς-Τιμές F</b>		
Χρόνος σποράς		1,229ns
Ζιζανιοκτόνα		206,916***
Χρόνος σποράς x Ζιζανιοκτόνα		10,385***
Για κάθε παράγοντα οι επεμβάσεις που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δείχνουν μη στατιστικώς σημαντικές διαφορές. ns= δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά, *** Στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας 0,001.		

### 3.8 Συνολικός αριθμός ζιζανίων

Κατά τη μέτρηση του συνολικού αριθμού των ζιζανίων στις 5 Μαΐου, βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές, ενώ διαπιστώθηκε ότι υπήρξε αλληλεπίδραση μεταξύ των δύο παραγόντων 1) του χρόνου σποράς και 2) των ζιζανιοκτόνων. Όσον αφορά την πρόιμη σπορά, υπήρξαν διαφορές μεταξύ του ανέκαστου μάρτυρα με το pyroxsulam, το florasulam+clopyralid και με το bromoxynil+2,4-D, καθώς και μεταξύ του florasulam+clopyralid με το pyroxsulam. Ο μεγαλύτερος αριθμός ζιζανίων/m<sup>2</sup> ήταν 69 και βρέθηκε στον ανέκαστο μάρτυρα, ενώ η μικρότερη τιμή ήταν 6 ζιζάνια /m<sup>2</sup> και βρέθηκε στην επέμβαση του bromoxynil+2,4-D. Στην όψιμη σπορά υπήρξαν επίσης αρκετά μεγάλες διαφορές ανάμεσα στον ανέκαστο μάρτυρα και τις μεταχειρίσεις των τριών ζιζανιοκτόνων, καθώς και μεταξύ του pyroxsulam με το bromoxynil+2,4-D. Σε σύγκριση με την πρόιμη σπορά καταγράφηκε μικρότερη πυκνότητα των ζιζανίων και συγκεκριμένα στα τεμάχια του μάρτυρα μετρήθηκαν 20 ζιζάνια/m<sup>2</sup>, ενώ στη μεταχείριση bromoxynil+2,4-D ο αριθμός των ζιζανίων/m<sup>2</sup> ήταν μηδενικός. Τέλος, βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ του florasulam+clopyralid με το bromoxynil+2,4-D, και για τους δύο χρόνους σποράς (Πίνακας 18).

**Πίνακας 18.** Επίδραση του χρόνου σποράς (πρόιμη και όψιμη σπορά) και των ζιζανιοκτόνων (ανέκαστος μάρτυρας, bromoxynil+2,4-D, florasulam+clopyralid, pyroxsulam) στο συνολικό αριθμό των ζιζανίων.

1 <sup>ος</sup> Παράγοντας	2 <sup>ος</sup> Παράγοντας	Συνολικός αριθμός ζιζανίων (no/m <sup>2</sup> )
<b>Χρόνος σποράς</b>	<b>Ζιζανιοκτόνα</b>	
Πρόιμη σπορά	Ανέκαστος μάρτυρας	69 a
	bromoxynil+2,4-D	6 c
	florasulam+clopyralid	26 b
	pyroxsulam	13 bc
Όψιμη σπορά	Ανέκαστος μάρτυρας	20 b
	bromoxynil+2,4-D	0 d
	florasulam+clopyralid	9 c
	pyroxsulam	12 c
<b>LSD<sub>5%</sub></b>		7,57
<b>Ανάλυση διασποράς-Τιμές F</b>		
Χρόνος σποράς		104,49***
Ζιζανιοκτόνα		99,366***
Χρόνος σποράς x Ζιζανιοκτόνα		36,464***
Για κάθε παράγοντα οι επεμβάσεις που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δείχνουν μη στατιστικώς σημαντικές διαφορές. *** Στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας 0,001.		

### 3.9 Συνολικό νωπό βάρος ζιζανίων

Κατά τη μέτρηση του συνολικού νωπού βάρους των ζιζανίων, βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές, ενώ διαπιστώθηκε ότι υπήρξε αλληλεπίδραση μεταξύ των δύο παραγόντων 1) του χρόνου σποράς και 2) των ζιζανιοκτόνων. Και για τους δύο χρόνους σποράς, υπήρξαν διαφορές μεταξύ του απέκαστου μάρτυρα με το pyroxsulam, το florasulam+clopyralid και με το bromoxynil+2,4-D, καθώς και μεταξύ του pyroxsulam και του florasulam+clopyralid με το bromoxynil+2,4-D. Στην πρώιμη σπορά, το μεγαλύτερο νωπό βάρος ζιζανίων βρέθηκε στον απέκαστο μάρτυρα και ήταν 2003,04 kg/στρέμμα, ενώ στη μεταχείριση του bromoxynil+2,4-D βρέθηκε το μικρότερο νωπό βάρος ζιζανίων, που είχε τη τιμή 35,31 kg/στρέμμα. Στην όψιμη σπορά, το μεγαλύτερο νωπό βάρος των ζιζανίων βρέθηκε εξίσου στον απέκαστο μάρτυρα και ήταν 987,53 kg/στρέμμα, ενώ στα τεμάχια όπου έγινε μεταφυτρωτική εφαρμογή του bromoxynil+2,4-D η συνολική βιομάζα των ζιζανίων ήταν μηδενική (Πίνακας 19).

**Πίνακας 19.** Επίδραση του χρόνου σποράς (πρώιμη και όψιμη σπορά) και των ζιζανιοκτόνων (απέκαστος μάρτυρας, bromoxynil+2,4-D, florasulam+clopyralid, pyroxsulam) στο συνολικό νωπό βάρος των ζιζανίων.

1 <sup>ος</sup> Παράγοντας	2 <sup>ος</sup> Παράγοντας	Συνολικό νωπό βάρος ζιζανίων (kg/στρέμμα)
<b>Χρόνος σποράς</b>	<b>Ζιζανιοκτόνα</b>	
Πρώιμη σπορά	Απέκαστος μάρτυρας	2003,04 a
	bromoxynil+2,4-D	35,31 e
	florasulam+clopyralid	523,14 c
	pyroxsulam	569,49 c
Όψιμη σπορά	Απέκαστος μάρτυρας	987,53 b
	bromoxynil+2,4-D	0 e
	florasulam+clopyralid	184,47 d
	pyroxsulam	243,29 d
<b>LSD<sub>5%</sub></b>		100,36
<b>Ανάλυση διασποράς-Τιμές F</b>		
Χρόνος σποράς		328,324***
Ζιζανιοκτόνα		734,509***
Χρόνος σποράς x Ζιζανιοκτόνα		76,993***
Για κάθε παράγοντα οι επεμβάσεις που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δείχνουν μη στατιστικώς σημαντικές διαφορές. ns= δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά, *** Στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας 0,001.		

### 3.10 Συνολικό ξηρό βάρος ζιζανίων

Κατά τη μέτρηση του συνολικού ξηρού βάρους των ζιζανίων, βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές, ενώ διαπιστώθηκε ότι υπήρξε αλληλεπίδραση μεταξύ των δύο παραγόντων 1) του χρόνου σποράς και 2) των ζιζανιοκτόνων. Και για τους δύο χρόνους σποράς, υπήρξαν διαφορές μεταξύ του απέκαστου μάρτυρα με το pyroxsulam, το florasulam+clopyralid και με το bromoxynil+2,4-D, καθώς και μεταξύ του pyroxsulam και του florasulam+clopyralid με το bromoxynil+2,4-D. Στην πρόιμη σπορά, το μεγαλύτερο ξηρό βάρος ζιζανίων βρέθηκε στον απέκαστο μάρτυρα και ήταν 428,56 kg/στρέμμα, ενώ στη μεταχείριση bromoxynil+2,4-D βρέθηκε η μικρότερη ξηρή βιομάζα των ζιζανίων, που είχε τη τιμή 9,17 kg/στρέμμα. Στην όψιμη σπορά, το μεγαλύτερο νωπό βάρος των ζιζανίων βρέθηκε εξίσου στον απέκαστο μάρτυρα και ήταν 205,78 kg/στρέμμα, ενώ στα τεμάχια όπου έγινε μεταφυτρωτική εφαρμογή bromoxynil+2,4-D η συνολική ξηρή βιομάζα των ζιζανίων ήταν μηδέν διότι υπήρξε πλήρη καταπολέμηση των ζιζανίων (Πίνακας 20).

**Πίνακας 20.** Επίδραση του χρόνου σποράς (πρόιμη και όψιμη σπορά) και των ζιζανιοκτόνων (απέκαστος μάρτυρας, bromoxynil+2,4-D, florasulam+clopyralid, pyroxsulam) στο συνολικό ξηρό βάρος των ζιζανίων.

1 <sup>ος</sup> Παράγοντας	2 <sup>ος</sup> Παράγοντας	Συνολικό ξηρό βάρος ζιζανίων (kg/στρέμμα)
<b>Χρόνος σποράς</b>	<b>Ζιζανιοκτόνα</b>	
Πρόιμη σπορά	Απέκαστος μάρτυρας	428,56 a
	bromoxynil+2,4-D	9,17 e
	florasulam+clopyralid	91,92 c
	pyroxsulam	110,9 c
Όψιμη σπορά	Απέκαστος μάρτυρας	205,78 b
	bromoxynil+2,4-D	0 e
	florasulam+clopyralid	33,98 d
	pyroxsulam	44,42 d
<b>LSD<sub>5%</sub></b>		23,62
<b>Ανάλυση διασποράς-Τιμές F</b>		
Χρόνος σποράς		255,865***
Ζιζανιοκτόνα		614,223***
Χρόνος σποράς x Ζιζανιοκτόνα		69,149***
Για κάθε παράγοντα οι επεμβάσεις που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δείχνουν μη στατιστικώς σημαντικές διαφορές. ns= δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά *** Στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας 0,001.		

### 3.11 Ξηρό βάρος φυτών γρούβας

Κατά τη μέτρηση του ξηρού βάρους των φυτών της γρούβας, βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές, ενώ διαπιστώθηκε ότι υπήρξε αλληλεπίδραση μεταξύ των δύο παραγόντων. Όσον αφορά την πρώιμη σπορά, υπήρξαν διαφορές μεταξύ του ασέκαστου μάρτυρα με το pyroxsulam, το florasulam+clopyralid και με το bromoxynil+2,4-D. Το μεγαλύτερο ξηρό βάρος των φυτών της γρούβας βρέθηκε στον ασέκαστο μάρτυρα και ήταν 121,16 kg/στρέμμα (Εικόνα 13), ενώ στην επέμβαση του bromoxynil+2,4-D βρέθηκε το μικρότερο νωπό βάρος ζιζανίων, που είχε τη τιμή 5,31 kg/στρέμμα (ποσοστό αποτελεσματικότητας 95,6 %). Όσον αφορά, την όψιμη σπορά σημειώθηκαν ανάλογα αποτελέσματα. Το μεγαλύτερο ξηρό βάρος των φυτών της γρούβας βρέθηκε στον ασέκαστο μάρτυρα και ήταν 62,28 kg/στρέμμα, ενώ στη μεταχείριση bromoxynil+2,4-D η βιομάζα της γρούβας ήταν μηδενική, αποτέλεσμα που φανερώνει ότι το συγκεκριμένο ζιζανιοκτόνο παρουσίασε ποσοστό αποτελεσματικότητας 100% για το συγκεκριμένο πλατύφυλλο ζιζάνιο (Πίνακας 21).

**Πίνακας 21.** Επίδραση του χρόνου σποράς (πρώιμη και όψιμη σπορά) και των ζιζανιοκτόνων (ασέκαστος μάρτυρας, bromoxynil+2,4-D, florasulam+clopyralid, pyroxsulam) στο ξηρό βάρος της γρούβας

1 <sup>ος</sup> Παράγοντας	2 <sup>ος</sup> Παράγοντας	Ξηρό βάρος της γρούβας (kg/στρέμμα)
<b>Χρόνος σποράς</b>	<b>Ζιζανιοκτόνα</b>	
Πρώιμη σπορά	Ασέκαστος μάρτυρας	121,16 a
	bromoxynil+2,4-D	5,31 de
	florasulam+clopyralid	20,87 c
	pyroxsulam	25,64 c
Όψιμη σπορά	Ασέκαστος μάρτυρας	62,28 b
	bromoxynil+2,4-D	0 d
	florasulam+clopyralid	9,33 de
	pyroxsulam	10,14 de
<b>LSD<sub>5%</sub></b>		9,66
<b>Ανάλυση διασποράς-Τιμές F</b>		
Χρόνος σποράς		100,145***
Ζιζανιοκτόνα		315,308***
Χρόνος σποράς x Ζιζανιοκτόνα		28,678***
Για κάθε παράγοντα οι επεμβάσεις που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δείχνουν μη στατιστικώς σημαντικές διαφορές. ns= δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά *** Στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας 0,001.		

### 3.12 Ξηρό βάρος φυτών γαϊδουράγκαθου

Η δειγματοληψία της ξηρής βιομάζας του υπέργειου τμήματος του γαϊδουράγκαθου (Εικόνα 14), ανέδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές, ενώ διαπιστώθηκε ότι υπήρξε αλληλεπίδραση μεταξύ των δύο παραγόντων που εξετάστηκαν στο συγκεκριμένο πείραμα. Και για τους δύο χρόνους σποράς, υπήρξαν διαφορές μεταξύ του απέκαστου μάρτυρα και των άλλων μεταχειρίσεων, καθώς και μεταξύ του pyroxsulam και των άλλων δύο ζιζανιοκτόνων. Και στην πρόιμη σπορά και στην όψιμη σπορά, πιο αναπτυγμένα ήταν τα φυτά του γαϊδουράγκαθου στον απέκαστο μάρτυρα και συγκεκριμένα μετρήθηκε βιομάζα 292,67 kg/στρέμμα και 139,18 kg/στρέμμα αντίστοιχα, ενώ στη μεταχείριση bromoxynil+2,4-D, και στους δύο χρόνους σποράς, η ξηρή βιομάζα του γαϊδουράγκαθου ήταν μηδέν, αποτέλεσμα που δείχνει ότι το ποσοστό αποτελεσματικότητας του συγκεκριμένου ζιζανιοκτόνου για το γαϊδουράγκαθο είναι 100% (Πίνακας 22).

**Πίνακας 22.** Επίδραση του χρόνου σποράς (πρόιμη και όψιμη σπορά) και των ζιζανιοκτόνων (απέκαστος μάρτυρας, bromoxynil+2,4-D, florasulam+clopyralid, pyroxsulam) στο ξηρό βάρος του γαϊδουράγκαθου.

1 <sup>ος</sup> Παράγοντας	2 <sup>ος</sup> Παράγοντας	Ξηρό βάρος του γαϊδουράγκαθου(kg/στρέμμα)
<b>Χρόνος σποράς</b>	<b>Ζιζανιοκτόνα</b>	
Πρόιμη σπορά	Απέκαστος μάρτυρας	292,67 a
	bromoxynil+2,4-D	0 e
	florasulam+clopyralid	69,31 c
	pyroxsulam	85,26 c
Όψιμη σπορά	Απέκαστος μάρτυρας	139,18 b
	bromoxynil+2,4-D	0 e
	florasulam+clopyralid	23,58 d
	pyroxsulam	30,86 d
<b>LSD<sub>5%</sub></b>		17,46
<b>Ανάλυση διασποράς-Τιμές F</b>		
Χρόνος σποράς		237,94***
Ζιζανιοκτόνα		520,817***
Χρόνος σποράς x Ζιζανιοκτόνα		61,60***
Για κάθε παράγοντα οι επεμβάσεις που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δείχνουν μη στατιστικώς σημαντικές διαφορές. ns= δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά *** Στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας 0,001.		





**Εικόνα 13.** Ανάπτυξη των ζιζανίων στον απέκαστο μάρτυρα στις 6 Μαΐου 2020.



**Εικόνα 14.** Τα ζιζάνια γρούβα και γαϊδουράγκαθο, στο στάδιο των κοτυληδόνων, στις 2 Δεκεμβρίου 2019.



## **Κεφάλαιο 4<sup>ο</sup> : Συζήτηση**

### **4.1 Επίδραση του χρόνου σποράς στην πυκνότητα και την ανάπτυξη των ζιζανίων στην καλλιέργεια σκληρού σιταριού**

Η στατιστική ανάλυση φανέρωσε σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ του χρόνου σποράς και της πυκνότητας για διάφορες παραμέτρους των ζιζανίων. Οι διαφορές αυτές εξάγονται από τις μετρήσεις του συνολικού αριθμού των ζιζανίων και του νωπού και ξηρού βάρους τους. Στην πρώιμη σπορά, ο αριθμός των ζιζανίων στα πειραματικά τεμάχια που δεν εφαρμόστηκε κάποιο ζιζανιοκτόνο, ήταν περίπου 3,5 φορές μεγαλύτερος σε σχέση με την τιμή της πυκνότητας των ζιζανίων κατά τη δεύτερη σπορά. Αντίστοιχα, η τιμή για το νωπό και ξηρό βάρος όλων των ζιζανίων ήταν πάνω από 2 φορές μεγαλύτερη για την πρώιμη σπορά. Κατά τη διάρκεια του Φθινοπώρου, εκτός από τη βροχερή περίοδο που καθορίζει τον χρόνο σποράς (Photiades και Hadjichristodoulou 1984), είναι μείζονος σημασίας και η θερμοκρασία που επικρατεί εκείνη την περίοδο καθώς καθορίζει το χρόνο φυτρώματος των ζιζανίων. Όπως φανερώνει και ένα πείραμα στο Πακιστάν, σπορά στις 15 Δεκεμβρίου οδήγησε σε μείωση στην πυκνότητα και τη βιομάζα της λουβουδιάς (*Chenopodium album*), καθώς οι βέλτιστες συνθήκες για τη βλάστηση της ήταν ιδανικές ακριβώς ένα μήνα πριν (Farooq και Cheema 2014).

Στο πείραμα μας, στην όψιμη σπορά (19 Νοεμβρίου) επικράτησαν χαμηλότερες θερμοκρασίες σε σχέση με την πρώτη σπορά (7 Νοεμβρίου), γεγονός που οδήγησε στη μείωση της φυτρωτικής ικανότητας των ζιζανίων. Το γαϊδουράγκαθο (*Silybum marianum*), ένα από τα κύρια ζιζάνια της καλλιέργειας, ιδανικά βλαστάνει στους 25 °C σε αντίθεση με θερμοκρασίες 15 °C και 40 °C (Kashmir et al. 2016). Η ανάπτυξη των φυτών του γαϊδουράγκαθου ήταν μεγαλύτερη στα φυτά της πρώιμης σποράς, όπως φανερώνεται και από τη διαφορά στο ξηρό βάρος που είχε το γαϊδουράγκαθο στην πρώιμη (7 Νοεμβρίου) και την όψιμη σπορά (19 Νοεμβρίου), 292,67 kg/στρέμμα και 139,18 kg/στρέμμα, αντίστοιχα.

### **4.2 Επίδραση του χρόνου σποράς στο ποσοστό αποτελεσματικότητας των ζιζανιοκτόνων**

Από τα αποτελέσματα του 3<sup>ου</sup> κεφαλαίου φανερώνεται ότι το μεγαλύτερο νωπό και ξηρό βάρος (βιομάζα) για το σκληρό σιτάρι καταγράφηκε στην επέμβαση bromoxynil+2,4-D (Εικόνα 15), με δεύτερη στη σειρά αποτελεσματική μεταχείριση να

είναι αυτή του florasulam+clorpyralid. Μεταξύ των τριών ζιζανιοκτόνων, στα πειραματικά τεμάχια του rygoxulam καταγράφηκαν οι υψηλότερες τιμές για το ολικό νωπό και ξηρό βάρος των ζιζανίων που παρατηρήθηκαν στο συγκεκριμένο αγρό, ενώ όπως αναμενόταν η μικρότερη νωπή και ξηρή βιομάζα του σκληρού σιταριού σημειώθηκε στην μεταχείριση του ανέκαστου μάρτυρα.

Το ποσοστό αποτελεσματικότητας για το bromoxynil+2,4-D (υπολογίστηκε με βάση το συνολικό ξηρό βάρος των ζιζανίων) ήταν 97,9% για την πρόιμη σπορά και 100% στην όψιμη σπορά (Εικόνα 15). Γενικώς καταγράφηκαν μεγάλες στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ του rygoxulam που είχε την χαμηλότερη αποτελεσματικότητα (<80% ο μέσος όρος για τους δύο χρόνους σποράς) έναντι των άλλων δύο ζιζανιοκτόνων. Αν και η αποτελεσματικότητα του ζιζανιοκτόνου rygoxulam εμφανίστηκε ιδιαίτερα χαμηλή έναντι των πλατύφυλλων ζιζανίων του πειραματικού αγρού, εντούτοις είναι ιδιαίτερα αποτελεσματικό έναντι αγρωστωδών ζιζανίων όπως η ήρα (*Lolium multiflorum*) και η αλεπονουρά (*Alopecurus myosuroides*) (Zobiol et al. 2018, Gao et al. 2020). Από την άλλη μεριά, η μεγάλη αποτελεσματική ικανότητα του bromoxynil+2,4-D έναντι πλατύφυλλων ζιζανίων εμφανίζεται και σ' άλλα πειράματα. Όπως αναφέρουν οι Veisi και Moeini (2019) το bromoxynil+2,4-D εμφάνισε την μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα έναντι άλλων μεταφυτρωτικών ζιζανιοκτόνων (dicamba + 2,4-D, tribenuron-methyl, 2,4-D + MCPA κ. α).

Στο πείραμα μας, τα πιο αποτελεσματικά ζιζανιοκτόνα για τον έλεγχο του πλατύφυλλου ζιζανίου γαϊδουράγκαθο (*Silybum marianum*) ήταν το bromoxynil+2,4-D (αποτελεσματικότητα 100% (υπολογίστηκε με βάση το ξηρό βάρος του συγκεκριμένου ζιζανίου)) και το florasulam+clorpyralid, ενώ και άλλα ζιζανιοκτόνα όπως το chlorsulfuron και το μείγμα bromoxynil+MCPA έδειξαν αποτελεσματικότητα αρκετά υψηλή (>90%) έναντι αυτού του ζιζανίου όπως αναφέρεται στη μελέτη των Zand et al. (2007). Τέλος, όσον αφορά τη γρούβα, η αποτελεσματικότητα του bromoxynil+2,4-D και του florasulam+clorpyralid ήταν μεγαλύτερη στην όψιμη σπορά. Η καταπολέμηση αυτού του ζιζανίου είναι ιδιαίτερα σημαντική λόγω της μεγάλης ανταγωνιστικής ικανότητας αυτού του ζιζανίου σε καλλιέργειες χειμερινών σιτηρών. Ειδικότερα, στην περιοχή της Θεσσαλίας (Λάρισα) και της Στερεάς Ελλάδας (Φθιώτιδα) έχουν βρεθεί πληθυσμοί γρούβας που έχουν εμφανίσει διασταυρωτή

ανθεκτικότητα στα ζιζανιοκτόνα tribenuron-methyl και imazomax (Ntoanidou et al. 2020).



**Εικόνα 15.** Δράση του ζιζανιοκτόνου bromoxynil+2,4-D στις 6 Μαΐου 2020.

#### **4.3 Επίδραση του χρόνου σποράς και των ζιζανιοκτόνων στην απόδοση του σκληρού σιταριού**

Όσον αφορά την παραγωγικότητα της καλλιέργειας, οι μετρήσεις οι οποίες μας δείχνουν την επίδραση του χρόνου σποράς και των ζιζανιοκτόνων στην ερμηνεία αυτής της παραμέτρου είναι το μήκος του στάχew, το βάρος 1000 σπόρων της κάθε μεταχείρισης και η απόδοση σε σπόρο. Γενικότερα, δεν υπήρξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο χρόνων σποράς όσον αφορά το μήκος του στάχew και το βάρος 1000 σπόρων. Μεγαλύτερο μήκος στάχew καταγράφηκε στο bromoxynil+2,4-D, ενώ το μικρότερο μήκος σ' αυτήν του pyroxsulam και του απέκαστου μάρτυρα. Επιπλέον, το χαμηλότερο βάρος 1000 σπόρων καταγράφηκε στον απέκαστο μάρτυρα, ενώ η μεγαλύτερη τιμή γι' αυτήν την παράμετρο βρέθηκε στην μεταχείριση του florasulam+clorpyralid. Τέλος, οι μεγαλύτερες αποδόσεις σε σπόρο σημειώθηκαν στα πειραματικά τεμάχια που εφαρμόστηκε το μείγμα bromoxynil+2,4-D, ενώ οι χαμηλότερες αποδόσεις στον μάρτυρα (μη καταπολέμηση ζιζανίων).

Συνοψίζοντας, βλέπουμε ότι στις επεμβάσεις που εφαρμόστηκαν ζιζανιοκτόνα, οι μεγαλύτερες τους αποδόσεις καταγράφηκαν στην πρώιμη σπορά.

Στη βιβλιογραφία, σε διάφορες εργασίες που έχουν πραγματοποιηθεί για τον έλεγχο πολλών ζιζανίων σε χειμερινό σιτάρι φαίνεται ότι η εφαρμογή του bromoxynil+2,4-D οδηγεί σε αύξηση στην απόδοση της καλλιέργειας όπως για παράδειγμα αναφέρουν οι Veisi και Moeini (2019), όπου το συγκεκριμένο ζιζανιοκτόνο αύξησε την απόδοση της καλλιέργειας κατά 127,65%. Το ίδιο ζιζανιοκτόνο εμφάνισε μεγάλη αποτελεσματικότητα έναντι του ζιζανίου γαιδουράγκαθο, που κατέχει την μερίδα του λέοντος μεταξύ των ζιζανίων αυτής της εργασίας, και οδήγησε σε αύξηση στην απόδοση της καλλιέργειας (Karkanis et al. 2019).

#### 4.4 Κύρια συμπεράσματα

Τα κύρια αποτελέσματα τα οποία εξάγονται από το πείραμα είναι:

- Ο **χρόνος σποράς** επηρέασε σημαντικά την **πυκνότητα** και τη **βιομάζα** των **ζιζανίων**, με τον μεγαλύτερο πληθυσμό και την μεγαλύτερη ανάπτυξη των ζιζανίων να καταγράφεται στην πρώιμη σπορά.
- Η **υψηλότερη απόδοση σε σπόρο** καταγράφηκε στα πειραματικά τεμάχια όπου εφαρμόστηκε το ζιζανιοκτόνο **bromoxynil+2,4-D** και μετά του florasulam+clorpyralid, ενώ μικρότερη σ' αυτά του pyroxsulam και του ανέκαστου μάρτυρα.
- Η **αποτελεσματικότητα** των μειγμάτων **pyroxsulam** και **florasulam+clorpyralid** ήταν **μεγαλύτερη στην όψιμη σπορά** σε σχέση με την πρώιμη.
- Η **απόδοση** της καλλιέργειας στον **ανέκαστο μάρτυρα** ήταν **μεγαλύτερη στην όψιμη σπορά**.

## Βιβλιογραφία

### Ελληνική βιβλιογραφία

- Ελευθεροχωρινός Η.Γ και Γιαννοπολίτης Κ.Ν. 2009. Ζιζάνια: Οδηγός Αναγνώρισης. Εκδόσεις Αγροτύπος, Αθήνα.
- Ελευθεροχωρινός Η.Γ. 2014. Ζιζανιολογία: Ζιζάνια, Ζιζανιοκτόνα, Περιβάλλον, Αρχές και Μέθοδοι Διαχείρισης (4η έκδοση). Εκδόσεις Αγροτύπος, Αθήνα, σελ: 17-377.
- Ζιώγας Β. Ν. και Μαρκόγλου Α.Ν. 2010. Βιοχημεία, Φυσιολογία, Μηχανισμοί Δράσης και Χρήσεις των Φυτοπροστατευτικών Προϊόντων(Δεύτερη Έκδοση). Ελληνικής Έκδοσης, Αθήνα.
- Καρκάνης Α., Παπαδοπούλου Σ., Τσίτα Χ., Καραμούτη Χ. και Σουΐπας Σ., 2019. Αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας διαφόρων μεταφυτρωτικών ζιζανιοκτόνων έναντι του ζιζανίου *Silybum marianum* (L.) Gaertn. σε καλλιέργεια σκληρού σιταριού. Πρακτικά 20ου Συνεδρίου της Ελληνικής Ζιζανιολογικής Εταιρείας. Αγρίνιο, 4-6 Απριλίου 2019. σελ: 34-35.
- Παπακώστα-Τασοπούλου Δ. 2012. Ειδική γεωργία: σιτηρά και ψυχανθή. Εκδόσεις: Σύγχρονη Παιδεία, Θεσσαλονίκη. σελ: 31-146.
- Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων, 2018α. Στατιστικά Στοιχεία εκτάσεων και παραγωγής φυτικών προϊόντων. Πίνακας 1. Ανακτήθηκαν στις 14 Δεκεμβρίου 2020 από την ιστοσελίδα <http://www.minagric.gr/index.php/el/the-ministry-2/statistikes-tekmhrioshs/8510-statistika-ekt-parag-fytikonproionton>
- Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων, 2018β. Στατιστικά στοιχεία για τα Δημητριακά. Ισοζύγιο Σιτηρών 2017-2018. Ανακτήθηκαν στις 14 Δεκεμβρίου 2020 από την ιστοσελίδα [http://www.minagric.gr/images/stories/docs/agrotis/Dimitriaka/isoz\\_sitira2017\\_2018.pdf](http://www.minagric.gr/images/stories/docs/agrotis/Dimitriaka/isoz_sitira2017_2018.pdf)

### Ξενόγλωσση βιβλιογραφία

- Adamczewski K., Kierzek R. and Matysiak K. 2014. Biotypes of scentless chamomile *Matricaria maritima* (L.) ssp. *Inodora* (L.) Dostal and common poppy *Papaver rhoeas* (L.) resistant to tribenuron methyl, in Poland. Journal of Plant Protection Research, 54(4): 401–406.

- Agostinetto D., Tarouco C.P., Langaro A.C., Gomes J. and Vargas L. 2017. Competition between wheat and ryegrass under different levels of nitrogen fertilization. *Planta Daninha*, 35: e017165037.
- Albrizio R., Todorovic M., Matic T. and Stellacci A.M. 2010. Comparing the interactive effects of water and nitrogen on durum wheat and barley grown in a Mediterranean environment. *Field Crops Research*, 115(2): 179-190.
- Aldoshin N., Didmanidze O., Lylin N. and Mosyakov M. 2019. Work improvement of air-and-screen cleaner of combine harvester. *Engineering for Rural Development*, 18:100-104.
- Arai M., Chisaka H. and Ueki K. 1961. Comparison in ecological characteristics of noxious weeds in winter cropping. *Japanese Journal of Crop Science*, 30(1): 39-42.
- Arduini I., Masoni A., Ercoli L. and Mariotti M., 2006. Grain yield, and dry matter and nitrogen accumulation and remobilization in durum wheat as affected by variety and seeding rate. *European Journal of Agronomy*, 25(4): 309-318.
- Arlauskienė A., Šarūnaitė L., Kadžiulienė Z., Deveikytė I. and Maikštėnienė S. 2014. Suppression of annual weeds in pea and cereal intercrops. *Agronomy Journal*, 106(5): 1765-1774.
- Armin M., Gholami H. and Miri H. 2011. Effect of plant density and nitrogen rate on yield and yield components of wheat in wild oat-infested condition. *Advances in Environmental Biology*, 5(10): 3084-3090.
- Atalay Z., Celep F., Barac F. and Dogan M. 2016. Systematic significance of anatomy and trichome morphology in *Lamium* (Lamioideae; Lamiaceae). *Flora*, 225: 60-75.
- Bahri H., Annabi M., Cheikh M'Hamed H. and Frija A. 2019. Assessing the long-term impact of conservation agriculture on wheat-based systems in Tunisia using APSIM simulations under a climate change context. *Science of The Total Environment*, 692: 1223-1233.
- Bajwa A.A., Farooq M., Al-Sadi A.M., Nawaz A., Jabran K. and Siddique K.H.M. 2020. Impact of climate change on biology and management of wheat pests. *Crop Protection*, 137, 105304.
- Baskin C.C., Milberg P., Andersson L. and Baskin J.M. 2002. Non-deep simple morphophysiological dormancy in seeds of the weedy facultative winter annual *Papaver rhoeas*. *Weed Research*, 42(3): 194-202.

- Baskin J.M. and Baskin C.C. 1990. The role of light and alternating temperatures on germination of *Polygonum aviculare* seeds exhumed on various dates. *Weed Research*, 30(6): 397-402.
- Beam S.C., Mirsky S., Cahoon C., Haak D. and Flessner M. 2019. Harvest weed seed control of Italian ryegrass [*Lolium perenne* L. ssp. *multiflorum* (Lam.) Husnot], common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia* L.), and Palmer amaranth (*Amaranthus palmeri* S. Watson). *Weed Technology*, 33(4): 1-6.
- Becker J., Schröder J., Larelle D., Erdei I., Homa U. and Gast R. 2008. DOW 00742 H (GF-1361) - A novel cereal herbicide containing a new active ingredient (pyroxsulam) and florasulam with a broad activity on grass and dicotyledonous weeds. *Journal of Plant Diseases and Protection*, (21): 623-628.
- Behdarvand P., Chinchani G.S., Dhumal K.N. and Baghestani M.A. 2013. Effects of wild mustard (*Sinapis arvensis* L.) and wild oat (*Avena ludoviciana* L.) densities on grain yield and yield components of wheat in response to various levels of nitrogen. *Advances in Environmental Biology*, 7(6): 1082-1087.
- Beres B.L., Clayton G.W., Harker K.N., Stevenson F.C., Blackshaw R.E. and Graf R.J. 2010. A sustainable management package to improve winter wheat production and competition with weeds. *Agronomy Journal*, 102(2): 649-657.
- Blackshaw R.E., Semach G.P. and O'donovan J.T. 2000. Utilization of wheat seed rate to manage redstem filaree (*Erodium cicutarium*) in a zero-tillage cropping system. *Weed Technology*, 14(2): 389-396.
- Brulfert J., Fontaine D. and Imhoff C., 2018. *Anagallis arvensis*. In: *Handbook of Flowering*: A.H. Halevy Publisher, Boca Raton, 1 pp. 434-449.
- Budzyński W.S., Bepirszcz K., Jankowski K.J., Dubis B., Hłasko-Nasalska A., Sokółski M.M., Olszewski J. and Załuski D., 2018. The responses of winter cultivars of common wheat, durum wheat and spelt to agronomic factors. *Journal of Agricultural Science*, 156(10): 1163-1174.
- Carpio A.J., Soriano M.-A., Gómez J.A. and Tortosa F.S. 2020. The self-seeding of *Anthemis arvensis* L. For cover crop in olive groves under intense rabbit grazing. *Agronomy*, 10(9), 1412.
- Cirujeda A., Recasens, J., Torra J. and Taberner A., 2008. A germination study of herbicide-resistant field poppies in Spain. *Agronomy for Sustainable Development*, 28(2): 207-220.

- Curran W.S., Wallace J.M., Mirsky S. and Crockett B. 2015. Effectiveness of Herbicides for Control of Hairy Vetch (*Vicia villosa*) in Winter Wheat. Cambridge University Press, 29(3): 509-518.
- Dalias P., 2015. Grain legume effects on soil nitrogen mineralization potential and wheat productivity in a Mediterranean environment. Archives of Agronomy and Soil Science, 61(4): 461-473.
- De Leon D.G., Storkey J., Moss S.R. and Gonzalez-Andujar J.L. 2014. Can the storage effect hypothesis explain weed co-existence on the Broadbalk long-term fertilizer experiment? Weed Research, 54(5): 445-456.
- De Oliveira E.P., Kusano D.M., Pacheco A., Nardelli E.M.V., da Rui R.F., da Silva M.G., Teodoro P.E. and da Silva Junior C.A. 2015. Residual activity of 2,4-D amine on soybean plant development. Journal of Agronomy, 14(4): 247-250.
- De Queiroz A.R.S., Delatorre C.A., Lucio F.R., Rossi C.V.S., Zobiole L.H.S. and Merotto Junior A. 2019. Rapid necrosis: A novel plant resistance mechanism to 2,4-D. Weed Science 68(1): 6-18.
- De Vita P. and Taranto F., 2019. Durum wheat (*Triticum turgidum* ssp. *durum*) breeding to meet the challenge of climate change (Book Chapter). In: Advances in Plant Breeding Strategies: Cereals, J.M. Al-Khayri, S.M. Jain, D.V. Johnson Publishers, USA, 5 pp. 471-524.
- De Boer G.J., Thornburgh S., Gilbert J. and Gast R.E. 2011. The impact of uptake, translocation, and metabolism on the differential selectivity between blackgrass and wheat for the herbicide pyroxsulam. Pest Management Science, 67(3): 279-286.
- Dhima K. and Eleftherohorinos I. 2003. Nitrogen effect on competition between winter cereals and littleseed canarygrass. Phytoparasitica, 31(3): 252-264.
- Dhima K. and Eleftherohorinos I. 2005. Wild mustard (*Sinapis arvensis* L.) competition with three winter cereals as affected by nitrogen supply. Journal of Agronomy and Crop Science, 191(4): 241-248.
- Dikici H. and Dündar G.D., 2006. Wheat-Weed Competition for Nutrients in Kahramanmaraş Turkey. Pakistan Journal of Biological Sciences, 9(3): 341-344.
- Dorado J. and López-Fando C. The effect of tillage system and use of a paraplow on weed flora in a semiarid soil from central Spain. Weed Research, 46(5):424-431.



- Dostatny D.F., Kordulasińska I. and Małuszyńska E. 2015. Germination of seeds of *Avena fatua* L. under different storage conditions. *Acta Agrobotanica*, 68(3): 241-246.
- Eskandari H. 2011. Intercropping of wheat (*Triticum aestivum*) and bean (*Vicia faba*): Effects of complementarity and competition of intercrop components in resource consumption on dry matter production and weed growth. *African Journal of Biotechnology*, 10(77): 17755-17762.
- FAO 2020. FAOSTAT database (Food and Agriculture Organization of the United Nations). Τα δεδομένα ανακτήθηκαν από την ιστοσελίδα του συγκεκριμένου οργανισμού [www.fao.org/faostat/](http://www.fao.org/faostat/) στις 19/12/2020.
- Farooq O. and Cheema Z.A. 2014. Influence of sowing dates and planting methods on weed dynamics in wheat crop. *Pakistan Journal of Agricultural Sciences*, 51(4): 817-825.
- Felix J., Doohan J.D., Ditmarsen S.C., Schultz M.E., Wright T.R., Flood B.R. and Rabaey T.L. 2005. Effect of flumetsulam plus clopyralid soil residues on potatoes (*Solanum tuberosum* L.), lima beans (*Phaseolus limensis* L.) and snap beans (*Phaseolus vulgaris* L.) grown in rotation. *Crop Protection*, 24(9): 790-797.
- Foderaro M.A. and Ungar I.A. 1997. Growth and survival of *Polygonum aviculare* L. at a Brine-contaminated site in southeastern Ohio. *American Midland Naturalist*, 138(1): 140-152.
- Fodor L. and Pálmai O. 2008. The influence of nitrogen fertilization and sowing time on the weediness of winter wheat. *Cereal Research Communications*, 36(5): 1159-1162.
- Fracchiolla M., Stellacci A.M., Cazzato E., Tedone, L., Ali, S.A. and De Mastro G. 2018. Effects of conservative tillage and nitrogen management on weed seed bank after a seven-year durum wheat—faba bean rotation. *Plants*, 7(4): 82.
- Gao X., Li J., Zhang Y., Li M. and Fang F. 2020. Resistance level, mechanism of *Alopecurus myosuroides* and control efficacy in wheat field in Shandong Province. *Scientia Agricultura Sinica*, 53(17): 3518-3526.
- García A.L., Royo-Esnal A., Torra J. and Recasens J. 2015. Integrated effect of crop sowing date and herbicide stress on fitness of *Bromus diandrus* Roth. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 13(1): 9p, e09-001.

- Golmohammadzadeh S., Zaefarian F. and Rezvani M. 2020. Priming techniques, germination and seedling emergence in two *Papaver* species (*P. rhoeas* L. and *P. dubium* L., Papaveraceae). *Brazilian Journal of Botany*, 43: 503–512.
- Hammami H., Saadatian B. and Hosseini S.A.H. 2020. Geographical variation in seed germination and biochemical response of milk thistle (*Silybum marianum*) ecotypes exposed to osmotic and salinity stresses *Industrial Crops and Products*, 152: 112507.
- Hill E.C., Renner K.A. and Sprague C.L. 2014. Henbit (*Lamium amplexicaule*), common chickweed (*Stellaria media*), shepherd's-purse (*Capsella bursa-pastoris*), and field pennycress (*Thlaspi arvense*): Fecundity, seed dispersal, dormancy, and emergence. *Weed Science*, 62(1): 97-106.
- Jäck O., Menegat A. and Gerhards R. 2017. Winter wheat yield loss in response to *Avena fatua* competition and effect of reduced herbicide dose rates on seed production of this species. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 124(4): 371-382.
- Jackson R., Ghoson D. and Paterson G. 2000. The soil degradation of the herbicide florasulam. *Pest Management Science*, 56(12): 1065-1072.
- Jursík M. and Holec J. 2005. Biology and control of sugar beet significant weeds - Weedy dead- nettle (*Lamium* L.) species. *Listy Cukrovarnicke a Reparske*, 121(7-8): 232-235.
- Jursík M. and Holec J. 2008. Biology and control of another important weeds of the Czech Republic: Knotweed (*Polygonum aviculare* L.). *Listy Cukrovarnicke a Reparske*, 124(9-10): 256-259.
- Karam F., Kabalan R., Breidi J., Roupheal Y. and Oweis T., 2009. Yield and water-production functions of two durum wheat cultivars grown under different irrigation and nitrogen regimes. *Agricultural Water Management*, 96(4): 603-615.
- Karamanos R.E., Harapiak, J.T. and Flore N.A., 2013. Sulphur application does not improve wheat yield and protein concentration. *Canadian Journal of Soil Science*, 93(2): 223-228.
- Karkanis A., Bilalis D. and Efthimiadou A. 2011. Cultivation of milk thistle (*Silybum marianum* L. Gaertn.), a medicinal weed. *Industrial Crops and Products*, 34(1): 825-830.

- Karkanis A., Travlos I.S., Bilalis D.J. and Tabaxi E.I. 2016. Integrated weed management in winter cereals in southern Europe (Book Chapter). In: Weed and Pest Control: Molecular Biology, Practices and Environmental Impact. pp. 1-15.
- Kashmir S., Khan M.A., Shad A.A., Marwat K.B. and Khan H. 2016. Temperature and salinity affect the germination and growth of *Silybum marianum* Gaertn and *Avena fatua* L. Pakistan Journal of Botany, 48(2): 469-476.
- Khan A.M., Blackshaw R.E. and Marwat K.B. 2009. Biology of milk thistle (*Silybum marianum*) and the management options for growers in north-western Pakistan. Weed Biology and Management, 9: 99–105.
- Khan A.M. and Ungar I.A. 1998. Seed germination and dormancy of *Polygonum aviculare* L. as influenced by salinity, temperature, and gibberellic acid. Seed Science and Technology, 26(1): 107-117.
- Kieloch R. and Rola H. 2010. Sensitivity of winter wheat cultivars to selected herbicides. Journal of Plant Protection Research, 50(1): 35–40.
- Kiliç H. and Gürsoy S., 2010. Effect of seeding rate on yield and yield components of durum wheat cultivars in cotton-wheat cropping system. Scientific Research and Essays, 5(15): 2078-2084.
- Kruk B.C. and Benecch-Arnold R.L., 2000. Evaluation of dormancy and germination responses to temperature in *Carduus acanthoides* and *Anagallis arvensis* using a screening system, and relationship with field-observed emergence patterns. Seed Science Research, 10: 77-88.
- Li Z., Guan W., Hong H., Ye Y. and Ma Y. 2013. Determination and study on residue and dissipation of florasulam in wheat and soil under field conditions. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology, 90(3): 280-284.
- Li Z.R., Liu Y., Zhou, X.M., Li, X.G. and Bai L.Y., 2019. Allelopathic herbicidal effects of crude ethanolic extracts of *Veronica persica* (Lour.) Merr. on weeds. Allelopathy Journal, 46(1): 85-95.
- Liebman M. and Dyck E. 1993. Crop rotation and intercropping strategies for weed management. Ecological Application, 3(1): 92-122.
- Liopa-Tsakalidi A. 2014. *Scandix pecten-veneris* L.: A wild green leafy vegetable. Australian Journal of Crop Science, 8(1): 103-108.
- Liu X., Xiang S., Zong T., Ma G., Wu L., Liu K., Zhou X. and Bai L. 2019. Herbicide resistance in China: a quantitative review. Weed Science, 67(6):605-612.

- Lutman P.J., Wright K.J., Berry K., Freeman S.E. and Tatnell L. 2011. Estimation of seed production by *Myosotis arvensis*, *Veronica hederifolia*, *Veronica persica* and *Viola arvensis* under different competitive conditions. *Weed Research*, 51(5): 499-507.
- Luzuriaga A.L., Escudero A. and Perez-Garcia F. 2006. Environmental maternal effects on seed morphology and germination in *Sinapis arvensis* (Cruciferae). *Weed Research*, 46(2): 163-174.
- MacLaren C., Labuschagne J. and Swanepoel P.A. 2021. Tillage practices affect weeds differently in monoculture vs. crop rotation. *Soil and Tillage Research*, 205: 104795.
- Makwana C.F. and Tank D.A., 2008. Effect of method of sowing and seed rate on yield and quality of irrigated durum wheat (*Triticum durum* Desf.) variety GW-1139. *Research on Crops*, 9(2): 494-496.
- Martinelli T., Andrzejewska J., Salis M. and Sulas L. 2015. Phenological growth stages of *Silybum marianum* according to the extended BBCH scale. *Annals of Applied Biology*, 166(1): 53-66.
- Monotti M. and Stagnari F. 2008. Residual effects of legumes in wheat-based cropping systems in a temperate environment. *Italian Journal of Agronomy*, 3(3): 225-226.
- Ngow Z., Chynoweth R.J., Gunnarsson M., Rolston P. and Buddenhagen C.E. 2020. A herbicide resistance risk assessment for weeds in wheat and barley crops in New Zealand. *PLoS ONE*, 15(6): e0234771
- Nikolić L.J., Šeremešić S., Milošev D., Đalović I. and Latković D. 2018. Weed infestation and biodiversity of winter wheat under the effect of long-term crop rotation. *Applied Ecology and Environmental Research*, 16(2): 1413-1426.
- Noor Al-Mousawi U.M., Al-Waheeb A.N. and Malik Al Saadi S.A.A. 2019. Anatomical study of some species belonging to the Papaveraceae family in north of Iraq. *Bulletin of the Iraq Natural History Museum*, 15(4): 363-379.
- Ntoanidou S., Madesis P., Menexes G. and Eleftherohorinos I. 2020. Growth rate and genetic structure of *Sinapis arvensis* susceptible and herbicide resistant populations originating from Greece. *Euphytica*, 216: 185.
- Palma-Bautista C., Rojano-Delgado A.M., Dellaferrera I., Rosario J.M., Vigna M.R., Torra J. and de Prado R. 2020. Resistance mechanisms to 2,4-D in six different dicotyledonous weeds around the world. *Agronomy*, 10(4): 566.

- Paula Filho G.X., Barreira T.F., Santos R.H.S., Priore S.E., Lucia C.M.D. and Pinheiro-Sant'Ana H.M. 2018. Chemical composition, carotenoids, vitamins and minerals in wild mustard collected in native areas. *Horticultura Brasileira*, 36(1): 59-65.
- Photiades I. and Hadjichristodoulou. 1984. Sowing date, sowing depth, seed rate and row spacing of wheat and barley under dryland conditions. *Fields Crop Research*, 9: 151-162.
- Pollard F. and Cussans G.W. 1981. The influence of tillage on the weed flora in a succession of winter cereal crops on a sandy loam soil. *Weed Research*, 21(3-4): 185-190.
- Rasmussen I.A. 2004. The effect of sowing date, stale seedbed, row width and mechanical weed control on weeds and yields of organic winter wheat. *Weed Research*, 44(1): 12-20.
- Rebaz Z., Shaukat S.S. and Siddiqui I.A., 2001. Allelopathic potential of *Anagallis arvensis* L.: A cosmopolitan weed. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 4(4): 446-450.
- San Martín C., Lyon D.J, Gourlie J., Wetzel H.C. and Barroso J. 2018. Weed control with bicyclopyrone + bromoxynil in wheat. *Crop, Forage and Turfgrass Management*, 4(1): 1-6.
- Schütz S., Vedder H., Düring R.A., Weissbecker B. and Hummel H.E. 1996. Analysis of the herbicide clopyralid in cultivated soils. *Journal of Chromatography A*, 754(1-2): 265-271.
- Sharma N., Kumar A., Sharma B.C., Chand L., Sharma V. and Kumar M. 2020. Effects of sowing dates and weed management on productivity of irrigated wheat (*Triticum aestivum*). *Indian Journal of Agricultural Sciences*, 90(3): 556-559.
- Shergill L.S., Schwartz-Lazaro L.M., Leon R., Ackroyd V.J., Flessner M.L., Bagavathiannan M., Everman W., Norsworthy J.K., VanGessel M.J. and Mirsky S.B. 2020. Current outlook and future research needs for harvest weed seed control in North American cropping systems. *Pest Management Science*, 76(12): 3887-3895.
- Singh M.K., Mishra A., Khanal N. and Prasad S.K. 2019. Effects of sowing dates and mulching on growth and yield of wheat and weeds (*Phalaris minor* Retz.). *Bangladesh Journal of Botany*, 48(1): 75-84.

- Soltani E., Baskin C.C., Baskin J.M., Soltani A., Galeshi S., Ghaderi-far, F. and Zeinali E., 2016. A quantitative analysis of seed dormancy and germination in the winter annual weed *Sinapis arvensis* (Brassicaceae). *Botany*, 94(4): 289-300.
- Soni N., Nissen S.J., Westra P., Norsworthy J.K., Walsh M.J. and Gaines T.A. 2020. Seed retention of winter annual grass weeds at winter wheat harvest maturity shows potential for harvest weed seed control. *Weed Technology*, 34(2): 266-271.
- Su W., Xu H., Hao H., Wu R., Wang H. and Lu C. 2017. Effect of environmental conditions on the degradation of florasulam in typical soils of Northern China. *Journal of Environmental Quality*, 46(3): 553-558.
- Subramaniam S., Bae S., Jung M., Shin Y. and Oh J.-H. 2020. The transcriptome data from the leaves of four *Papaver* species captured at the plant's three developmental life cycles. *Data in Brief*, 28: 104955.
- Szumigalski A. and Van Acker R. 2005. Weed suppression and crop production in annual intercrops. *Weed Science*, 53(6): 813-825.
- Tkachenko K.G. 2018. Biology of dormancy and germination of *Stellaria media* (L.) Vill. and *Stellaria nemorum* L. seeds. *Vestnik Tomskogo Gosudarstvennogo Universiteta, Biologiya*, 2018(44): 24-35.
- Torra J., Royo Esnal A. and Recasens Guinjuan J. 2011. Management of herbicide-resistant *Papaver rhoeas* in dry land cereal fields. *Agronomy for Sustainable Development*, 31(3):483-490.
- van der Meulen A. and Chauhan B.S. 2017. A review of weed management in wheat using crop competition. *Crop Protection*, 95: 38-44.
- Vanhala P. and Pietola L. 2003. Effect of conservation tillage and peat application on weed infestation on a clay soil. *Agricultural and Food Science in Finland*, 12: 133-145.
- Veisi M. and Moeini M.M. 2019. Effect of bromoxynil + 2, 4-D (Buctril universal 56 ec) in comparison with common herbicides in wheat. *Ecology, Environment and Conservation* 25(1): 136-140.
- Vrignon-Brenas S., Celettea F., Amosséc C. and Davida C. 2016. Effect of spring fertilization on ecosystem services of organic wheat and clover relay intercrops. *European Journal of Agronomy*, 73: 73-82.
- Wahab A., Jan S.A., Rauf A., Rehman Z., Khan Z., Ahmed A., Syed F., Safi S.Z., Khan H. and Imran M. 2018. Phytochemical composition, biological potential and

- enzyme inhibition activity of *Scandix pecten-veneris* L. Journal of Zhejiang University: Science B, 19(2): 120-129.
- Walsh M.J. 2019. Enhanced wheat competition effects on the growth, seed production, and seed retention of major weeds of Australian cropping systems. Weed Science, 67: 657-665.
- Walsh M.J., Aves C. and Powles S.B. 2017. Harvest Weed Seed Control Systems are Similarly Effective on Rigid Ryegrass. Weed Technology, 31:178–183.
- Woźniak A. 2019. Effect of crop rotation and cereal monoculture on the yield and quality of winter wheat grain and on crop infestation with weeds and soil properties. International Journal of Plant Production, 13: 177–182.
- Wright K.J., Seavers G.P., Peters N.C.B. and Marshall M.A. 1999. Influence of soil moisture on the competitive ability and seed dormancy of *Sinapis arvensis* in spring wheat. Weed Research, 39(4): 309-317.
- Yasin M. and Andreasen C., 2019. The effect of oxygen concentration on the germination of some weed species under control conditions. Weed Science, 67(5): 580-588.
- Yin L., Cai Z. and Zhong W. 2005. Changes in weed composition of winter wheat crops due to long-term fertilization. Agriculture, Ecosystems and Environment, 107(2-3), 20: 181-186.
- Yin L., Luo J., Luo L. and Xie G. 2012. Effects of phosphorus and light intensity on the growth and competition of the two weed species, *Veronica persica* and *Chorispora tenella*. Weed Biology and Management, 12(1): 22-28.
- Zablotowicz R.M., Krutz L.J., Accinelli C. and Reddy K.N. 2009. Bromoxynil degradation in a mississippi silt loam soil. Pest Management Science, 65: 658-664.
- Zampieri M., Toreti, A., Ceglar A., Naumann G., Turco, M. and Tebaldi C., 2020. Climate resilience of the top ten wheat producers in the Mediterranean and the Middle East. Regional Environmental Change, 20: 41. <https://doi.org/10.1007/s10113-020-01622-9>
- Zand E., Baghestani M.A., Soufizadeh S., Eskandari A., PourAzar R., Veysi M., Mousavi K. and Barjasteh A., 2007. Evaluation of some newly registered herbicides for weed control in wheat (*Triticum aestivum* L.) in Iran. Crop Protection, 26(9):1349–1358.

- Zargar M., Bayat M., Romanova E. and Izadi-Dabrandi E. 2019. POST herbicide programs utilizing tribenuron for cleavers (*Galium aparine* L.) control in winter wheat cultivars. Archives of Agronomy and Soil Science, 66(1): 1235-1243.
- Zhang R., Guoc Q., Kennelly E.J., Longa C. and Chai X. 2020. Diverse alkaloids and biological activities of *Fumaria* (Papaveraceae): An ethnomedicinal group. Filoterapia, 146: 104697.
- Zobiolel, H.S., Gast, R., Masters, R.A., Pereira, G.R. and Rubin, R. 2018. Pyroxsulam: Sulfonamide herbicide for weed control in wheat in Brazil. Planta Daninha, 36: e018155253.



## Παράρτημα-Στατιστική επεξεργασία δεδομένων

### 1. Ανάλυση της διασποράς για το ύψος των φυτών σκληρού σιταριού-1<sup>η</sup> μέτρηση

Source of Variation	DF	SS	MS	F	P
Sowing date	1	158,449	158,449	68,863	<0,001
Herbicides	3	1,421	0,474	0,206	0,891
Sowing date x Herbicides	3	13,310	4,437	1,928	0,166
Residual	16	36,815	2,301		
Total	23	209,995	9,130		

### 2. Ανάλυση της διασποράς για το ύψος των φυτών σκληρού σιταριού-2<sup>η</sup> μέτρηση

Source of Variation	DF	SS	MS	F	P
Sowing date	1	48,167	48,167	4,529	0,049
Herbicides	3	109,537	36,512	3,433	0,042
Sowing date x Herbicides	3	30,130	10,043	0,944	0,442
Residual	16	170,148	10,634		
Total	23	357,981	15,564		

### 3. Ανάλυση της διασποράς για τον αριθμό αδελφιών ανά φυτό σκληρού σιταριού-1<sup>η</sup> μέτρηση

Source of Variation	DF	SS	MS	F	P
Sowing date	1	0,0741	0,0741	1,000	0,332
Herbicides	3	0,352	0,117	1,583	0,232
Sowing date x Herbicides	3	0,148	0,0494	0,667	0,585
Residual	16	1,185	0,0741		
Total	23	1,759	0,0765		

### 4. Ανάλυση της διασποράς για τον αριθμό αδελφιών ανά φυτό σκληρού σιταριού-2<sup>η</sup> μέτρηση

Source of Variation	DF	SS	MS	F	P
Sowing date	1	0,0185	0,0185	0,400	0,536
Herbicides	3	4,222	1,407	30,400	<0,001
Sowing date x Herbicides	3	0,0556	0,0185	0,400	0,755
Residual	16	0,741	0,0463		
Total	23	5,037	0,219		

**5. Ανάλυση της διασποράς για τη σχετική συγκέντρωση χλωροφύλλης σκληρού σιταριού-1<sup>η</sup> μέτρηση**

Source of Variation	DF	SS	MS	F	P
Sowing date	1	0,0417	0,0417	0,00473	0,946
Herbicides	3	54,110	18,037	2,049	0,147
Sowing date x Herbicides	3	4,815	1,605	0,182	0,907
Residual	16	140,827	8,802		
Total	23	199,793	8,687		

**6. Ανάλυση της διασποράς για τη σχετική συγκέντρωση χλωροφύλλης σκληρού σιταριού-2<sup>η</sup> μέτρηση**

Source of Variation	DF	SS	MS	F	P
Sowing date	1	7,042	7,042	7,284	0,016
Herbicides	3	81,023	27,008	27,939	<0,001
Sowing date x Herbicides	3	18,668	6,223	6,437	0,005
Residual	16	15,467	0,967		
Total	23	122,200	5,313		

**7. Ανάλυση της διασποράς για το νωπό βάρος σκληρού σιταριού-1<sup>η</sup> μέτρηση**

Source of Variation	DF	SS	MS	F	P
Sowing date	1	335345,221	335345,221	63,298	<0,001
Herbicides	3	122386,474	40795,491	7,700	0,002
Sowing date x Herbicides	3	19387,150	6462,383	1,220	0,335
Residual	16	84765,881	5297,868		
Total	23	561884,725	24429,771		

**8. Ανάλυση της διασποράς για το νωπό βάρος σκληρού σιταριού-2<sup>η</sup> μέτρηση**

Source of Variation	DF	SS	MS	F	P
Sowing date	1	171771,840	171771,840	6,840	0,019
Herbicides	3	7729657,950	2576552,650	102,604	<0,001
Sowing date x Herbicides	3	266694,248	88898,083	3,540	0,039
Residual	16	401784,688	25111,543		
Total	23	8569908,726	372604,727		

**9. Ανάλυση της διασποράς για το ξηρό βάρος σκληρού σιταριού-1<sup>η</sup> μέτρηση**

Source of Variation	DF	SS	MS	F	P
Sowing date	1	15123,587	15123,587	45,752	<0,001
Herbicides	3	3879,644	1293,215	3,912	0,029
Sowing date x Herbicides	3	536,319	178,773	0,541	0,661
Residual	16	5288,858	330,554		
Total	23	24828,408	1079,496		

**10. Ανάλυση της διασποράς για το ξηρό βάρος σκληρού σιταριού-2<sup>η</sup> μέτρηση**

Source of Variation	DF	SS	MS	F	P
Sowing date	1	641,494	641,494	0,204	0,658
Herbicides	3	501616,277	167205,426	53,096	<0,001
Sowing date x Herbicides	3	31687,757	10562,586	3,354	0,045
Residual	16	50386,017	3149,126		
Total	23	584331,543	25405,719		

**11. Ανάλυση της διασποράς για το μήκος στάχewς σκληρού σιταριού**

Source of Variation	DF	SS	MS	F	P
Sowing date	1	0,0115	0,0115	0,611	0,446
Herbicides	3	0,993	0,331	17,608	<0,001
Sowing date x Herbicides	3	0,0743	0,0248	1,318	0,303
Residual	16	0,301	0,0188		
Total	23	1,379	0,0600		

**12. Ανάλυση της διασποράς για το βάρος 1000 σπόρων**

Source of Variation	DF	SS	MS	F	P
Sowing date	1	0,0301	0,0301	0,0253	0,876
Herbicides	3	78,273	26,091	21,928	<0,001
Sowing date x Herbicides	3	3,317	1,106	0,929	0,449
Residual	16	19,038	1,190		
Total	23	100,658	4,376		

**13. Ανάλυση της διασποράς για την απόδοση σε σπόρο**

Source of Variation	DF	SS	MS	F	P
Sowing date	1	166,111	166,111	1,229	0,284
Herbicides	3	83915,627	27971,876	206,916	<0,001
Sowing date x Herbicides	3	4211,530	1403,843	10,385	<0,001
Residual	16	2162,954	135,185		
Total	23	90456,222	3932,879		

**14. Ανάλυση της διασποράς για τον συνολικό αριθμό ζιζανίων**

Source of Variation	DF	SS	MS	F	P
Sowing date	1	1998,375	1998,375	104,490	<0,001
Herbicides	3	5701,125	1900,375	99,366	<0,001
Sowing date x Herbicides	3	2092,125	697,375	36,464	<0,001
Residual	16	306,000	19,125		
Total	23	10097,625	439,027		

### 15. Ανάλυση της διασποράς για το συνολικό νωπό βάρος ζιζανίων

Source of Variation	DF	SS	MS	F	P
Sowing date	1	1103847,066	1103847,066	328,324	<0,001
Herbicides	3	7408404,350	2469468,117	734,509	<0,001
Sowing date x Herbicides	3	776569,682	258856,561	76,993	<0,001
Residual	16	53793,093	3362,068		
Total	23	9342614,191	406200,617		

### 16. Ανάλυση της διασποράς για το συνολικό ξηρό βάρος ζιζανίων

Source of Variation	DF	SS	MS	F	P
Sowing date	1	47626,445	47626,445	255,865	<0,001
Herbicides	3	342991,735	114330,578	614,223	<0,001
Sowing date x Herbicides	3	38614,090	12871,363	69,149	<0,001
Residual	16	2978,218	186,139		
Total	23	432210,487	18791,760		

### 17. Ανάλυση της διασποράς για το ξηρό βάρος φυτών γρούβας

Source of Variation	DF	SS	MS	F	P
Sowing date	1	3120,586	3120,586	100,145	<0,001
Herbicides	3	29475,689	9825,230	315,308	<0,001
Sowing date x Herbicides	3	2680,880	893,627	28,678	<0,001
Residual	16	498,572	31,161		
Total	23	35775,727	1555,466		

### 18. Ανάλυση της διασποράς για το ξηρό βάρος φυτών γαϊδουράγκαθου

Source of Variation	DF	SS	MS	F	P
Sowing date	1	24121,811	24121,811	237,194	<0,001
Herbicides	3	158895,867	52965,289	520,817	<0,001
Sowing date x Herbicides	3	18793,638	6264,546	61,600	<0,001
Residual	16	1627,146	101,697		
Total	23	203438,462	8845,151		

#### Αγγλικοί όροι:

Sowing date: χρόνος σποράς.

Herbicides: ζιζανιοκτόνα.

Source of Variation: πηγή παραλλακτικότητας.

Residual: υπόλοιπο.

Total: σύνολο.

DF: βαθμοί ελευθερίας, SS: άθροισμα τετραγώνων, MS: Μέσο τετράγωνο.